

[Wolfgang Ernst: SCHRIFTEN ZUR MEDIENARCHÄOLOGIE]

KONVOLUT "ZEITVERÄNDERLICHE KLANGSIGNALLE (SONIK)"

[bislang unpublizierte, indes weitgehend redigierte Themenblöcke,
teilweise resultierend aus vormaliger Vortrags- und Vorlesungsskripten]

Themenblöcke:

- *Sonik*
- *Zur Zeitform sonischer Signale*
- *Aktive Medienarchäologie des Akustischen*
- *Acoustic Studies*

Einzelkapitel:

Sonik:

- THEORIE UND ARCHÄOLOGIE SONISCHER MEDIEN
- SCHWINGUNGSFORSCHUNG
- DER KLANG UND SEIN KEHRWERT
- ELEKTRONISCHE "MUSIK" ODER "KLANG"?
- PHONO(ARCHÄO)GRAPHIE
- SIGNALE VERSTEHEN. WELCHES PHYSIKALISCHE WISSEN ENTBIRGT EINE KLANGINSTALLATION?

Zur Zeitform sonischer Signale:

- DIE VERSTRICKUNG DER AKUSTIK IN DIE ZEIT
- DIE MUSIKALITÄT TECHNISCHER ZEIT
- DIE EMANZIPATION DER CHRONOTECHNIKEN DES KLANGS VON DER SYMBOLISCHEN ZEITORDNUNG DER MUSIK
- ZUR IMPLIZITEN SONIK UND "MUSIKALITÄT" DES DIGITALCOMPUTERS

Aktive Medienarchäologie des Akustischen:

- MEDIENAKTIVE ARCHÄOLOGIE DES AKUSTISCHEN
- RAUMAKUSTISCHE SIMULATION

Acoustic Studies:

- MEDIENARCHÄOLOGISCHE ERFORSCHUNG VON AKUSTIK ALS HERAUSFORDERUNG DER MUSIKALISCHEN ORDNUNG

Detailliertes Inhaltsverzeichnis (kapitelweise):

Sonik:

THEORIE UND ARCHÄOLOGIE SONISCHER MEDIEN

- Zum Begriff der "Sonik"

- Akustische "Evidenz"
- McLuhan und das Sonische: das "resonierende Intervall"
- Die akustische Ent-Deckung des Mediums (Aristoteles)
- Digitalisierung und Ästhetik: Medienarchäologisch vernommener Klang
- Das medienarchäologische Gehör vernimmt nicht primär Musik
- Mathematische Ästhetik des Klangs
- Die Versöhnung physikalischer Akustik mit musikalischer Ästhetik (Hermann von Helmholtz)
- Diskretisierung des Akustischen
- Der Klang der Bibliothek
- Funktionale Medienarchäologie: Takte, Oszillationen, Frequenzen
- Aufzeichnung tötet den Klang? Techno-analytisches Hören
- Universale Resonanzen (S.E.T.I.)

SCHWINGUNGSFORSCHUNG

- Eine Differenz an der Zeit: Licht un/gleich Schall
- Die sonische Oszillation als epistemisches Objekt
- Sinnesphysiologie des Akustischen
- Prototypische Invarianz: die schwingende Saite
- Das implizite Wissen der schwingenden Saite
- Schwingungsfähige Medien: eine *String*-Theorie
- Medienarchäologische Intervallschachtelungen: Die Elektronenröhre im Klangverstärker
- Historizität vs. Archäologie akustischen Wissens (Jonathan Sterne)
- An den (Meß-)Grenzen der Medientheorie
- Musik als *science*. Zum Hornbostel Acoustic Emergency Laboratory

DER KLANG UND SEIN KEHRWERT. Sonik zwischen Signal und Frequenz

- Emanzipation der Materialität des Klangs von der symbolischen Ordnung der "Musik"
- Der Klang aus medienarchäologischer Sicht
- Für eine *prozeßorientierte* (Klang-)Ontologie
- Klangfernsehen: Wellen, Flimmern, Kieselsteine, Kalkül
- Schwingungsforschung
- Der ahumane Klang
- [Medienepistemische Resonanzen]
- Frequenzen, oder: die Quadratur der periodischen Schwingung (Fourier)
- Klanganalyse als Medientheorie: Hommage à Meyer-Eppler
- Elektronische Musik zwischen Klang und Zahl (Meyer-Eppler)
- [Gabors Quantelung des Akustischen]
- Die Aufhebung von Klangzeit in der Zahl: "quefrequencies"
- Musik als klanglich verwirklichte Mathematik?

ELEKTRONISCHE "MUSIK" ODER "KLANG"?

- Elektroakustik ungleich Musik
- Elektroakustischer Apparat ungleich Musikinstrument
- Elektronisches "Musik"design?
- Der Dialog mit dem Synthesizer als transitive Medienästhetik

PHONO(ARCHÄO)GRAPHIE

- Der *groove* der Schallplatte (Adorno)
- *Der Phonograph und die Blinden* (David Kaufmann 1899)
- Rilkes Gehör für das "Ur-Geräusch" (1919)
- Die Tonspur
- Phonographisch kopieren
- Eine medienarchäologische Begründung des Phonographen
- Tonaufzeichnung in technischen Schriften
- Magnetophonie
- Singendes Papier (das Magnettonband)
- "Theremin for the Deaf"

SIGNALE VERSTEHEN. WELCHES PHYSIKALISCHE WISSEN ENTBIRGT EINE KLANGINSTALLATION?

- "Das noch nicht Meßbare meßbar machen"
- Zur Funktion der Sensoren
- Hervorbringung des impliziten Klangs: Sonifikation
- "CyberAntarktis"
- Was heißt es, Signale auszustellen?
- Rauschen und Filtern
- *Apparatus aperiendi*: die Aufgabe der Forschungskunst

IMPULSKLÄNGE. *Umwandler* im techno-sonischen Verständnis

Zur Zeitform sonischer Signale:

DIE VERSTRICKUNG DER AKUSTIK IN DIE ZEIT

- Takt(ung)
- Zeit/messung
- Echtzeit und Intervall im (akustikver)rechnenden Raum
- Die Analyse zeitkritischer Prozesse: Musik & Medien
- Der Phonograph als Zeitagent (Richard Wagner antwortet)
- Zeitkritik, akustisch gewendet
- Techno-musikalische Prozessierung
- Frequenz und Schwingung
- Tischtennis bringt es ins Spiel: zeitkritische Prozesse
- *Ping Melodies*

DIE MUSIKALITÄT TECHNISCHER ZEIT

- Die "musikalische (Zeit-)Situation" technischer Medien
- Narrativisierung von Klang und Geräusch: Der Einbruch des Tons in den Film
- Klangfiguren, narrativ und non-narrativ
- Plädoyer für die musikalische Serialität

DIE EMANZIPATION DER CHRONOTECHNIKEN DES KLANGS VON DER

SYMBOLISCHEN ZEITORDNUNG DER MUSIK

- Techno-physikalische Materialität des Klangs vs. symbolische Ordnung der Musik
- Menschliche Soziokulturen der Musik vs. unmenschliche Soziotechniken des Klangs
- Zeitkritische Klangkulturtechniken in der Mensch-Maschine-Kopplung, und Klang aus dem Innern der Technologie
- Drei Zeitweisen: Akustik, Klang, Musik
- Ein Kriterium für das Klangliche am Musikalischen: seine Tempor(e)alisierung
- Die technische Globalisierung musikästhetischer Eigenzeit: Das "Global Metronome Project"
- Die Wiedereinkkehr der *mousiké* im Computer: "Algorithmik"

ZUR IMPLIZITEN SONIK UND "MUSIKALITÄT" DES DIGITALCOMPUTERS

- VCF Berlin '21 - Nachruf auf / Appel an die Allianz von Musik- und Medienwissenschaft
- Zur "Musikalität" des Digitalcomputers
- Der Computer als explizites Musikinstrument
- Klang- und / oder Musikeigenschaften des Computers

Aktive Medienarchäologie des Akustischen:

MEDIENAKTIVE ARCHÄOLOGIE DES AKUSTISCHEN

- (Klang-)Signale aus der Vergangenheit: Nanophonographische Abtastung atomarer Oberflächen
- Klangscherben: Eine Medienarchäologie des Akustischen
- Phonautographie als Fixierung flüchtigen Klangs (Léon-Scott)
- Wie eine antike zerbrochene Vase: Lichttonscherben
- Fernsehbilder von "Schall"platte: Der Computer als Medienarchäologe
- Medienaktive Sondierung akustischen Wissens (das Sonar)
- *Medienarchäologie* der akustischen Kommunikation
- Möglichkeiten und Grenzen einer Medienarchäologie raumakustischer Umwelten
- Medienarchäologie altgriechischer Musiktheorie
- Zwischen experimentalem Nachvollzug und historischer Differenz: Medienarchäologie antiker Musiktheorie
- Die non-historische Aktualisierung antiquierter (elektro-)akustischer Medien

RAUMAKUSTISCHE SIMULATION

- Quelle *versus* Überrest (Droysen)
- Geschichtsforschung als Signalprozessierung
- Virtuelle Rekonstruktion vergangener Hörräume: Fallstudie Gewandhaus Leipzig
- [Zur Invarianz von Sonosphären (Beispiel Pompeji)]
- [Definitionen der Audiokommunikation]

- Die Simulation als "historische Quelle"?
- [Nicht schrift- sondern mediengeborene Quellen]
- Zur Diskussion um virtuelle Rekonstruktionen in der Archäologie
- Historische Aufführungspraxis
- Zur Diskussion um virtuelle Rekonstruktionen in der Archäologie
- Musik und historischer Raum
- Zwischen experimentalem Nachvollzug und historischer Differenz:
Physical modeling
- Simulation *versus* Emulation
- Möglichkeiten und Grenzen einer Medienarchäologie sonischer Artikulation
- Der Computer als Medienarchäologie von Musik(theorie)

Acoustic Studies:

MEDIENARCHÄOLOGISCHE ERFORSCHUNG VON AKUSTIK ALS HERAUSFORDERUNG DER MUSIKALISCHEN ORDNUNG

- Aufklang mit Helmholtz
- *Im* (akustischen) Medium sprechen
- Akustemik als Medienarchäologie - auch menschenfern
- Akustik und Zeit
- Die Emanzipation der "Elektroakustik" vom Klang
- Akustische Kommunikation vs. elektromagnetisches Feld
- Sonifikation zwischen Wissenschaft und akustischer Metaphysik
- Zum Doppelsinn von "Acoustic Intelligence"
- "Theatre of Memory" (Tim Otto Roth): Eine auditive Öffnung der Black Box Künstlicher Neuronaler Netzwerke
- Lassen sich die medien(kultur)wissenschaftlichen Sound Studies mit der Musikwissenschaft "versöhnen" oder stellt sie deren fortwährende Provokation dar?
- Zum prekären Verhältnis von Musik(wissenschaft) und Akustik
- Musik und Akustik: eine Mesalliance?
- Akustik - Sound - Musik
- Helmholtz *musicus* (Rieger): ein akustisches Trauma der Musikästhetik?
- *Musical waves* - ein Oxymoron?
- In welchem Verhältnis stehen Musik und Klang?
- "Im Rauschen des Realen": Transokzidentale Musikwelten erschließen
- Das akustische Unterlaufen der musikalischen Ordnung (bis hin zu KI)
- Medien- und / oder Musikwissenschaft
- Am Ende erklingt der Tristan-Akkord

=====

Sonik:

THEORIE UND ARCHÄOLOGIE SONISCHER MEDIEN

Zum Begriff der "Sonik"

Analog zum Begriff der "Elektronik" benennt Sonik den durch elektrotechnische und technomathematische Medien operationalisierten, von Körperperformanzen abgelösten autonomen Klang, der aus den Dynamiken des elektromagnetischen Feldes resultiert und insofern erstens nicht mehr an herkömmliche Klangkörper gebunden ist und sich zweitens eventuell auch dies- und jenseits der Hörsamkeit befindet. Sonik überschreitet einerseits das rein Akustische, insofern sie technologisch nicht auf eine historisch unspezifische, pure Physikalität reduzierbar ist, und widersteht gleichzeitig der Versuchung, ganz und gar vom Diskurs einer an philosophischer Ästhetik ausgerichteten, symbolischen Musik vereinnahmt zu werden.

Das medienarchäologische Ohr erkennt (menseheinseitig wie von technischen Sensoren) die Rolle der Technologie in der kulturellen Definition von Klang an; es erhört und vernimmt, aber es generiert auch Klangweisen, die sich den klassischen musikwissenschaftlichen Kategorien nicht fügen. Ein solches Gehör verhilft Klangweisen auf der archäologischen Mikroebene zum Bewußtsein: "Beneath the level of note lies the realm of microsound, of sound particles. Microsonic particles remained invisible for centuries."¹

Medienarchäologie meint zugleich einen *Gegenstandsbereich* wie eine medienwissenschaftliche *Methode* und erfordert damit ein medienkulturelles wie epistemologisches Training. Lernen wir beim Hören "technischer Töne" (analog zur Definition des "technischen Bildes" durch Vilém Flusser als medienspezifische Eigenart) nicht auf die ästhetischen Qualitäten allein zu achten, sondern ebenso die Produktions- und Übertragungsmechanismen solch sonischer Ereignisse zu erhören, die ihr Sein recht eigentlich erst in ihrer spezifischen Zeitlichkeit entfalten.

Das kalte Ohr erhört Klang in seiner medialen, nicht semantischen Qualität - ein medienarchäologisches Hinhören, un-hermeneutisches Verstehen des nachrichtentechnischen Anteils am Klangvorgang (Signal-Rauschen-Verhältnis, Kanalkapazitäten, Übertragungswahrscheinlichkeiten, Kodierungen). "An der Technischen Universität Berlin [...] befasst sich die Kommunikationswissenschaft mit den naturwissenschaftlichen Grundlagen von Sprache und Musik."² Der emphatische Begriff "Musik" wird in diesem Zusammenhang zunehmend durch "*sound*" ersetzt - auf dem Weg zu einer Klangwissenschaft nach eigenem Recht. "Organized sound" war der Begriff, den Edgar Varèse prägte und John Cage übernahm und der im Namen einer entsprechenden Zeitschrift resultierte; er übernimmt die Definition von Musik als die organisierte Form von Schallereignissen unter Absehung

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

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

der musikalischen Metaphysik (der trans-akustische Charakter der musikalischen Theorie).

Akustische "Evidenz"

Die spezifische Leistung von Medienarchäologie liegt in der höchst konkreten Entbergung technologisch impliziten Wissens. So ist das Sonische nicht nur in menschlichen Körpern, sondern auch in Apparaten materialisiert ist; im Zusammenspiel mit Instrumenten (Kulturtechnik) und Medientechnik wird Menschen ein musikalisches Wissen entlockt.

Eine Medienarchäologie des Akustischen zielt nicht nur auf physikalische Schwingungen und Instrumente respektive elektronische Klanggeneratoren, sondern ebenso auf eine spezifische, bislang unter der Vorherrschaft des Okularen ("Evidenz") verdeckte Form des Wissens. In Anlehnung an Michel Foucault steht eine Archäologie des *akustischen* Wissens an.

Akustisches Wissen als Alternative zum *imaging* ist die Agenda der International Community for Auditory Display (ICAD) ein: die "Sonifikation".

Es gibt eine privilegierte Nähe von Akustik als konkreter Manifestation komplexer Schwingungsereignisse und hochtechnischen Medienprozessen; von daher "the relevance of this acoustic space to an understanding of the simultaneous electric world"³. Medienarchäologie zieht daraus die Konsequenz und analysiert Mediengeschehen nicht länger primär nach Kriterien der optischen (lesenden, sehenden) Wahrnehmung; im Fall computerbasierter Prozesse zählt jenseits aller Sinnesmodalitäten das Algorithmische.

McLuhan und das Sonische: das "resonierende Intervall"

Im Rahmen des *Masse & Macht*-Events, choreographiert von Christian von Borries, wurden im entleerten Raum des einstigen Palasts der Republik in Berlin-Mitte kurz vor dessen Abriß die Klänge eines realen Orchesters rückgekoppelt wieder eingespielt und somit der Ort in einen Zeit-Raum verwandelt. Was McLuhan als latente Simultaneität der elektrifizierten Kommunikation deute, wurde im manifesten Sinne sinnlich konkret: "acoustic space" als erster Schritte zu einem reverberativen Gedächtnis. Dieses Szenario rekurriert seinerseits auf Alvin Luciers kanonische Installation *I'm sitting in a Room*, in wahrer

3 Marshall McLuhan, The end of the work ethic [1973], in: M. A. Moos (Hg.), Media research. Technology, art, communication, Amsterdam (G&B Arts International) 1997, 92-109 (101)

Zeitgenossenschaft McLuhans einst von Tonbandzeitschleifen selbst als Medientheater dramatisiert.

Der Begriffs des "resonierenden Intervalls" gelangte auf Umwegen aus der Quantenphysik zu McLuhan. Der durch sein Spätwerk geisternde Begriff des *resonating interval* für elektrifizierte Kommunikationsräume geht auf den Nobelpreisträger Pauling zurück, der mit dem Modell der Resonanz von Schwingungen zwischen Stimmgabeln die energetische Wechselwirkung zwischen ansonsten unverbundenen Partikeln zu erklären sucht.⁴ In Bezug auf Medien der Kommunikation verliert die Resonanz ihren metaphorischen Charakter, wenn damit die Signalübertragung selbst gemeint ist. Der Begriff des Sonischen fokussiert die Kopplung von Klang und Zeit, in der sich oszillatorische Prozesse notwendig entfalten. McLuhans Begriff des "acoustic space" ist dahingehend (und nicht etwa im Sinn von Akustik) zu verstehen.

Elektronische Medien überführen die auf den *visus* verengte Buchstabenwelt in den "acoustic space". Mit dem Rundfunk ereignet sich eine Rekursion der oralen Gesellschaft im simultanen Zeitsinn: "in ihr wirkt allzeit alles auf alles ein."⁵

Aus dem Konzept des "resonierenden Intervalls" und den "Tetraden" resultiert nicht nur eine kritische Aufmerksamkeit für technologische Zeitprozesse, sondern ebenso eine Kritik der bisherigen Technikhistorie. Oersted hat sich mit periodischer "Undulation" lange vor seiner Entdeckung des elektromagnetischen Zusammenhangs befaßt - *aus logischen Gründen* (Sprenger), die sich der schlichten medien- oder *wissenshistorisch* Erzählbarkeit entziehen.⁶

Die akustische Ent-Deckung des Mediums (Aristoteles)

Zunächst war es Aristoteles, der für sonische Vorgänge ein feines, eher meßtechnisches (also medienarchäologisches) denn musikästhetisches Gehör entwickelt hat; an der Laufzeit raumakustischer Impulse identifizierte er das irreduzible Wirken eines „Dazwischen“ als Zeitweise. Seine Substantivierung des Adverbs *to metaxy* fand dann durch die Scholastiker im Mittelalter die lateinische Übersetzung als *medium*. Aristoteles antizipiert Leibniz' Begriff der *petits perceptions* als zeitkritische Prozesse: "Stimmt es, was einige Musiktheoretiker sagen, daß die Töne nämlich nicht zugleich unser Ohr erreichen, daß es uns nur

4 Florian Sprenger, Medien des Immediaten. Elektrizität. Telegraphie. McLuhan, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2012, 445 f.; hier unter Bezug auf: Linus Pauling, The Nature of the Chemical Bond, Ithaca, New York (Cornell University Press) 1948, 12

5 McLuhan, Gutenberg-Galaxis, zitiert nach: Randow 1995, xxx

6 Dazu Florian Sprenger im Themenheft "Taktung" des Weimarer Archiv für Mediengeschichte, xxx

so vorkommt und daß wir dies nicht merken, wenn es sich um eine nicht wahrnehmbar Zeitdauer handelt? Dementsprechend könnte man auch gleich sagen, daß wir deshalb glauben zugleich zu sehen und zu hören, weil wir den Zeitabstand nicht merken."⁷ In dieser Trägheit menschlicher Wahrnehmung zeitdiskreter Prozesse gründet bekanntlich die Wirkungsmächtigkeit klassischer Medien, also der kinematographische Nachbildeffekt und der von Bergson und Husserls beschriebene Eindruck einer Melodie. Aristoteles indes hält es für "wohl unmöglich, daß es eine Zeit gibt, die nicht wahrgenommen werden kann" (ebd.). Hier scheidet sich die griechische Antike von der technischen Medienzeit.

Wissensgeschichtliche Melancholie - das zeichnet ihren Modus aus - weiß immer auch um die Sinnlosigkeit des Versuchs, die Vergangenheit für die Gegenwart beschwören zu können.

Digitalisierung und Ästhetik: Medienarchäologisch vernommener Klang

Medienarchäologisch vernommener Klang meint einerseits eine methodische Hörweise von Seiten des Menschen, zum Anderen aber auch den Prozeß des technomathematischen Vernehmens. Alexander Puschkin hat es einmal so formuliert: „Die Töne tötend. Zerlegt' ich die Musik wie eine Leiche Und prüfte Harmonie an Algebra.“⁸ Der Ton als kulturell vertraute theoretische Unterstellung einer kleinsten Einheit von Musik hat in digitalen Prozeduren keine Chance.⁹ Mathematisch exakt vermessen, werden die Töne als Zahlenkombinationen auf die CD-Scheibe gepreßt. Vertiefungen, von einem Laserstrahl abgetastet, melden an jeder Schwelle „Ja“ oder „Nein“, analog zur Verwendung von Elektronenröhren 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.>. Und das heißt: mathematische Stochastik (Markov-Ketten) statt Rauschen.

7 Aristoteles, Über die Wahrnehmung und die Gegenstände der Wahrnehmung, in: ders., Kleine naturwissenschaftliche Schriften (Parva Naturalia), übers. u. hg.v. Eugen Dönt, Stuttgart (Reclam) 1997, 47-86 (82)

8 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 / Piotr Palijewski, Berlin (Akademie) 1977, 15-94 (15)

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

Die zunächst als „warm“ empfundenen Töne wechseln für einen Moment ihren ontologischen Status und werden zu „kalten“ Zahlen, aufgehoben (*epoché*) im technomathematischen Prozeß; "hier sitzt offenbar das Geburtstrauma des Analog-Fans" (ebd.). Die Zahlenketten werden dann wieder in akustische Schallwellenzüge zurückverwandelt - wozu es nach wie vor der physischen Körper bedarf. Dieser wiederverwandelte, der Welt zurückgegebene Ton ist nicht mehr exakt der, der er gewesen war - sondern „antiseptisch, kybernetisch, meßbar und tot“, kommentiert der Hörspezialist Hanns-Werner Heister (zitiert ebd.). Verführt der medienarchäologisch prozessierte Klang zu seiner passionslosen Wahrnehmung? Genau damit aber eröffnen sich neue Einsichten, die nicht von der Anmutungsqualität der (sogenannten) natürlichen Klänge verdeckt werden. Konkret wurde dies in der Installation *Firebirds and Tongues of Fire* von Paul DeMarinis (in der Singuhr-Hörgalerie der Parochialkirche Berlin-Mitte, Juni / August 2004). Der Begleittext sagt es: "Im 20. Jahrhundert haben [...] die elektronischen Medien, insbesondere der Rundfunk, die für unsere Kultur gültige Wahrnehmung der Beziehung von Klang und Rede umgestaltet. Sicherlich hat die Transformation von Rede in Signale, von Signalen in Wellen, in Aufzeichnung und Abstrahlung, verdeutlicht, dass Bedeutung immer zu Klang gerät, Klang zum Signal, Signal zu Rauschen und immer so weiter. [...] Letztlich ist sie nichts weiter als eine Welle in der Luft, eine Vertiefung in der Rille. Im Klang mit all seinen Begleitartefakten von Aufnahme, Übermittlung und Empfang wird dies deutlich."

Das medienarchäologische Gehör vernimmt nicht primär Musik

Zu Beginn des zweiten Akts in Richard Wagners Oper *Tristan und Isolde* heißt es nach Abzug der Männer zur Jagd von Seiten Isoldes: „Mir schwand schon fern der Klang“. Dem Primat der optischen Handlungen gegenüber, die durch Vokal- und Instrumentalmusik nurmehr begleiten wird, tritt die akustische Handlung in den Vordergrund und rückt zum Drama selber auf. "Der Dialog zwischen Isolde und Brangäne kreist ja um die einzige Frage, ob das Gehörte akustische Wahrnehmung oder akustische Täuschung ist. [...] Was Isolde „wonniges Rauschen“ oder „sanft rieselnde Welle“ eines „Quells“ nennt, greift dem Ingenieursbegriff Rauschquelle ja unmittelbar zuvor. Wagners Musik ist also eine Maschine [...]. „Zu vernehmen, was du wahnst“, besagt sehr präzise, die Grenze zwischen Kunst und Natur, im gegebenen Fall also zwischen Ventilhörnern und Quellgeräuschen systematisch zu ignorieren"¹⁰ - wie der Vocoder die Differenz von künstlicher und tatsächlich humaner Stimme aufhebt¹¹ - und die phonographische Aufzeichnung gerade die

10 Kittler, „Vernehmen, was Du wahnst“. Über neuzeitliche Musik als akustische Täuschung, in: Kaleidoskopien Heft 2 (1997), 8-16 (14)

11 Für einen Vorläufer des Vocodergedankens siehe: Richard Potter, On the English Sounds of the Vowel-Letters of the Alphabet, on Their

Zeitlichkeit des "schwindenden Klangs".

Das "radikal" (also auch mathematisch vernehmende) medienarchäologische Gehör respektiert Geräusche und Klänge auch dort, wo sie nicht der kulturellen Kunstform Musik angehören. "Das Geläut von Glocken oder die Geräusche namens Konsonanten fielen eben darum durch alle Raster von Musiktheorie und Notschrift, weil sie nicht als Summen ganzzahliger Obertonschwingungen aufgebaut sind."¹² Zu deren Analyse helfen keine einfachen Fourierreihen weiter, sondern nur noch Fourierintegrale. Menschliche Wahrnehmung orientiert sich in "Zeit-Räumen der Signalverarbeitung", wo die Impulsantwort nach Anregung durch einen Eingangsimpuls am Ausgang eines signalverarbeitenden Systems dasselbe vollständig beschreibt.¹³ Und damit geht es im Nachhall eines Systems gar nicht erst um Musik. Das Ohr (seit von Helmholtz als Fourieranalysator identifiziert) steht eher auf Seiten jener meßtechnischen Töne, wie sie ein Grundelement früher Studios für elektronische Musik (Köln, München, Freiburg) darstellten. Erik Satie nannte sich einen "Phonometriker" (statt etwa Komponisten oder Musiker). Und John Cage hat frühe Kompositionen mit Meßschallplatten, den unmittelbaren Vorläufern von Oszillatoren in elektronischen Synthesizern, erstellt.

[Aus dem elektronischen Synthesizer er"tönt" der Klang nicht mehr materiell transitiv wie im nahestehenden Klavier, wo die durch den Hammer unmittelbar im menschlichen Anspiel mechanisch angeschlagene Saite mit dem hölzernen Gestell hart verschraubt ist und die Hardware damit selbst zum Klangkörper macht. Im elektronischen Gerät ereignet sich der "Klang" nicht mehr akustisch, sondern vielmehr implizit: elektronisch - von daher der Neologismus der "Sonik"¹⁴. Der Lautsprecher stellt demgegenüber lediglich eine Sonifikation elektrischer Oszillationen dar; die elektrischen Signale erklingen intransitiv. Dazwischen steht die mechanische Schreibmaschine, an der Martin Heidegger in seinem Parmenides-Aufsatz gegenüber der Handschrift die Trennung von Hand und Wort kritisiert.]

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

12 Kittler 1993: 198

13 Axel Volmar, Zeit-Räume der Signalverarbeitung. Eine kurze Geschichte der Impulsantwort, in: Moritz Hiller / Stefan Hölting (Hg.), Archäographien. Aspekte einer Radikalen Medienarchäologie, Berlin (Schwabe Verlag) 2019, 85-99 (85)

14 Dazu W. E., Zum Begriff des Sonischen (mit medienarchäologischem Ohr erhört / vernommen), in: PopScriptum. Schriftenreihe (*online*), hg. vom Forschungszentrum Populäre Musik der Humboldt-Universität zu Berlin, Ausgabe 10 (2008): Das Sonische – Sounds zwischen Akustik und Ästhetik, <https://edoc.hu-berlin.de/handle/18452/21055>

Bei einer Wiedergabe mit Lautsprechern größerer Ein- und Ausschwingzeiten treten häufig Abweichungen des Tonbildes vom Original auf.¹⁵ Meßbar wird eine solche Abweichung durch den medienarchäologischste aller Tonträger: die Frequenzschallplatte.

Ein frühes Exemplar ist die "Frequenz-Platte" der Deutschen Grammophon-Aktiengesellschaft Berlin¹⁶ mit veränderlicher Frequenz von 60 Hz bis 10000 Hz; der Hund auf dem Label, welcher (ausdrücklich aufgedruckt) "Die Stimme seines Herrn" am Grammophontrichter zu identifizieren sucht, lauscht hier un-menschlichen Stimmen: Sirenentönen.

Ein genauer Blick auf die Wellenform der Schallplattenrillen verrät den Frequenzgang selbst: von noch identifizierbaren Kurven (im Tieftonbereich) bis hin zur annäherungsweisen Gradlinigkeit (im hohen Frequenzbereich); die B-Seite liefert eine konstante Frequenz: 1000 Hz (bei 78 Umdrehungen / Min.).

Mathematische Ästhetik des Klangs

Tatsächlich gibt es so etwas wie das kalte, nonsemantische Gehör, jenseits dessen, was in der Bildwissenschaft „Ikonologie“ heißt. Augen können wir schließen und Träumen; das Ohr aber ist die verwundbarste Stelle unserer Sinne. Das Hören serieller Musik ist kalt, weil es darin die reine Mathematik erkennt und keine semantischen Halluzinationen mehr evoziert. Ich spreche gewissen „kalten“, analytischen Musiken, etwa den Fugen Bachs, aber auch der Minimalmusic von Riley, Reich und Glass, die Fakultät zu, die Medialität von Musik zu reflektieren.

Computermusik schließlich handelt nicht mehr (von) Kompositionen, sondern stellt algorithmische Performationen des Gegebenen (nämlich der *Daten*) dar.

Damit ist es angesprochen: Wider die verführerische Metaphorik der "Ausgrabung", die im Archäologiebegriff angelegt ist, ist Medienarchäologie mit harter Mathematik befaßt; daraus resultiert eine genuin mathematische Medienästhetik.

Algorhythmen, wie sie Shintaro Miyazaki als Neologismus definiert¹⁷, sind gerade deshalb sonische Prozesse, weil sie zumeist unhörbar sind. Sie waren aber in Zeiten von elektromechanischen Computertaktungen, die

¹⁵ H. H. Klinger, Eine Eckbox-Lautsprecherkombination, in: Funk-Technik Nr. 24/1957, 830

¹⁶ R.-Ges. 22.5.1910, Katalog-Nr. B 9527

¹⁷ Shintaro Miyazaki, Algorhythmisiert. Eine Medienarchäologie digitaler Signale und (un)erhörter Zeiteffekte, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2013

noch im Hörbereich menschlicher Frequenzen lagen, den Programmierern höchst präsent (als Kontrollmedium) und können mittels diversen Modulationsverfahren in hörbare Rhythmen transformiert werden.

Die Versöhnung physikalischer Akustik mit musikalischer Ästhetik (Hermann von Helmholtz)

Das Inhaltsverzeichnis in Hermann von Helmholtz' *Lehre von den Tonempfindungen* resümiert in seinem Kapitel über die Zusammensetzung der Schwingungen: "Während die Wellen kontinuierlich fortschreiten, führen die Theilchen des Mediums, durch welches sie fortschreiten, periodische Bewegungen aus." Das physikalische Medium selbst also diskretisiert schon die Botschaft, und Anteil an dieser Einsicht hat auch die Messung selbst, die im Phonautographen sichtbar wird. Es gibt etwas, das Helmholtz mit den Medienwissenschaften gemeinsam hat; der erste Satz der Einleitung seines Buches sagt es: "Das vorliegende Buch sucht die Grenzgebiete von Wissenschaften zu vereinigen, welche, obgleich durch viele natürliche Beziehungen auf einander hingewiesen, bisher doch ziemlich getrennt neben einander gestanden haben, die Grenzgebiete nämlich einerseits der physikalischen und physiologischen Akustik, andererseits der Musikwissenschaft und Aesthetik. [...] Der naturwissenschaftliche, der philosophische, der künstlerische Gesichtskreis sind in neuerer Zeit mehr, als billig ist, auseinandergerückt worden [...]." ¹⁸

Um etwa die Zahl der Schwingungen genau, also meßbar zu bestimmen, welche elastische Körper als hörbare Töne hervorbringen, gilt das medienarchäologische Zusammenspiel von kognitiver Soft- und maschineller Hardware: "Die mathematische Theorie und mannigfaltige Versuche mussten sich zu dem Ende gegenseitig zu Hilfe kommen" ¹⁹ - also "physically embodied machines, whose ultimate function is to transduce energy or deliver power, and abstract machines, i. e., machines that exist only as ideas" ²⁰.

Um Klangfarbe und Schwingungsform von Tönen zu erklären, wechselt Helmholtz die Argumentation zugunsten des operativen Diagramms: "Um das Gesetz solcher Bewegungen dem Auge übersichtlicher darzulegen, als es durch weitläufige Beschreibungen geschehen kann, pflegen Mathematiker und Physiker eine graphische Methode anzuwenden [...]" <Helmholtz 1863: 33> - die von Étienne-Jules Marey her vertraute *methode graphique*. In diesem Fall schreibt eine mit Stift versehene Stimmgabel eine *entsprechende* (mithin "analoge") Kurve: buchstäblich

18 Hermann Helmholtz, *Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik*, Braunschweig (Vieweg) 1863, 1

19 Helmholtz 1863: 21

20 Weizenbaum 1976: 111

Medienarchäographie.

Sind dies Lebenslinien im Sinne von Mareys *Mouvement de la vie*? Damit Bewegung aufgezeichnet werden kann, ist es notwendig, daß das Meßinstrument selbst sich bewegt: "So thut man am besten, das Papier über einen Cylinder zu ziehen, der durch ein Uhrwerk in gleichförmige Rotation versetzt wird" <34>. Es ist das Medium der Taktung, das hier analoge, kontinuierliche Effekte zeitigt: "Eine solche Zeichnung zeigt also unmittelbar, an welcher Stelle seiner Bahn sich der schwingende Körper in jedem beliebig gewählten Zeitmoment befand, und gibt somit ein vollständiges Bild seiner Bewegung. Will der Leser die Bewegung des schwingenden Punktes sich reproduciren, so schneide er sich in ein Blatt Papier einen senkrechten schmalen Schlitz, lege das Papier über Fig. 6 oder 7, so dass er durch den senkrechten Schlitz einen kleinen Theil der Curve sieht, und ziehe nun das Buch unter dem Papier langsam fort, so wird der weisse oder schwarze Punkt in dem Schlitz gerade so hin-und hergehen, nur langsamer, als es ursprünglich die Gabel gethan hat."²¹ In diesem Moment nutzt Helmholtz das Speichermedium Buch selbst als symbolische Maschine, die auch zur Wiedergabe des Gespeicherten in der Lage ist - grammophon *avant la lettre*. Aus dem klassischen Träger buchstäblicher Information wird ein Labor, eine Versuchsanordnung.

Das Vokalalphabet holte nicht die akustische Realität, aber den Klangeindruck der menschlichen Stimme in die Schrift: symbolisch, nicht real, buchstäblich phono-graphisch. Erst der Phonograph als technische Apparatur aber ist das wahre Organ, das der diskursiven Suggestion des Sonischen zu widerstehen vermag, denn er "hört eben nicht wie Ohren, die darauf dressiert sind, aus Geräuschen immer gleich Stimmen, Wörter, Töne herauszufiltern; er verzeichnet akustische Ereignisse als solche"²². Waren Vokalalphabet und musikalische Notenschrift noch "kalte" Medien im Sinne McLuhans, bedeutet der Phonograph eine Aufheizung von "Intervallen zu Frequenzen, von einer Logik zu einer Physik der Klänge"²³ - und damit eine Sprengung der (wahrnehmungsphysiologischen) Begrenzung des Hörens durch das Sonische.

Helmholtz rekurriert auf den *Phonautographen* Scott und König. "Diese Linie, nachdem sie auf das Papier gezeichnet ist, bleibt stehen als ein Bild von derjenigen Art der Bewegung, welche das Ende der Gabel während der tönenden Schwingungen aufgeführt hat"²⁴ - Bilder der Energie, eine Verbildlichung des Tons, wie sie mit der optischen Einlesung nicht mehr direkt abspielbarer Wachswalzenzylinder aus der Zeit um 1900 durch digitale Scanner im Jahre 2000 korrespondiert.²⁵

21 Helmholtz 1863: 35

22 Friedrich Kittler, Grammophon - Film - Typewriter, Berlin (Brinkmann & Bose) 1986, 39

23 Kittler 1986:, 41

24 Helmholtz 1863: 34

25 Siehe dazu auf der Website der Gesellschaft für Angewandte Informatik das

Kommt mit solchen Schwingungsmessungen der Stimme das kulturtechnische Primat des griechischen Vokalalphabets ans Ende? Charles Baudelaire schreibt in *Crépescule du soi*]von den „Schwingungen der Seele“ (*ondolation*). Mit dem Frequenz-Begriff werden Stimme (Vokale), Stimmungen (Nerven) und Sinne (Seele) in einer Weise anschreibbar, die 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 niemals - es sei denn hilflos symbolisch - Rauschen schreiben konnte, ohne von Literatur selbst zum Tintenklecks zu werden. An dessen Stelle tritt eine Schrift des Realen: selbstaufzeichnende graphische Maschinen, etwa das Grammophon.

"Als ein Gleiches des geschilderten Gedankenprocesses kann man jene Vorhängeschlösser betrachten, die aus Ringen mit Buchstaben bestehen: am Koffer eines Reisewagens hängend, werden sie so lange geschüttelt, bis endlich die Buchstaben des Wortes gehörig zusammentreffen und das Schloß aufgeht. Übrigens aber ist dabei zu bedenken, daß der Syllogismus im Gedankengange selbst besteht, die Worte und Sätze aber, durch welche man ihn ausdrückt, bloß die nachgebliebene Spur desselben bezeichnen: sie verhalten sich zu ihm, wie die Klangfiguren aus Sand zu den Tönen, deren Vibrationen sie darstellen."²⁶

Ein Kritiker konnte den Koloratursopran der Interpretin der Olympia in *Hoffmanns Erzählungen* mit dem Vergleich loben, daß die Perfektion ihrer natürlichen Stimme, die Präzision der Maschine, welche sie darstellte sollte, nicht übertroffen habe.²⁷

Scott ist schriftfixiert; demnach verdiene Edisons *Phonograph* nicht seinen Begriff, da es sich nicht wirklich um einen „sound-writer“ handle. „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*."²⁸ Scott strebt vielmehr nach einer gedruckten Transkription der Sprache, nicht nach Reproduktion von *sound*.

Projekt "Spubito", www.ifag.de

26 Arthur Schopenhauer, *Die Welt als Wille und Vorstellung*, Anhänge zum 1. Bd., Kapitel X: Zu einer Theorie des Syllogismus

27 Brigitte Felderer zu maschineller Stimmerzeugung im 18. Jahrhundert, in: Friedrich Kittler / Thomas Macho / Sigrid Weigel (Hg.), *Zwischen Rauschen und Offenbarung. Zur Kultur- und Mediengeschichte der Stimme*, Berlin (Akademie) 2002, xxx-xxx (276)

28 Zitiert nach Hankins / Silverman 1995: 137

Diskretisierung des Akustischen

Ganz bewußt springt Medienarchäologie als Alternative zur Mediengeschichte nicht chronologisch von Photographie und Film zum frühen Fernsehen, sondern zunächst zur Tonaufzeichnung. Denn die steht in unmittelbarem Zusammenhang mit der Kinematographie, anders als das neue medienepistemologische Paradigma des Rundfunks.

Als ein medienarchäologisches Leitmotiv abendländischen Denkens erweist sich die elementare Analyse vor dem Hintergrund seiner Kultur- und Medientechniken (Vokalalphabet, Buchdruck). Die Diskretisierung als Digitalisierung von akustischen Ereignissen, wie sie unter dem *terminus technicus* "Sampling" vertraut ist, erscheint damit in einem zeitlich viel tiefer gestaffelten Licht, als es der Diskurs hochtechnischer Medien suggeriert.

Demonstrieren läßt sich dies nicht im Speichermedium gedruckter Texte, sondern im wahrhaften Medium des prozeßgesteuerten Rechners, insofern sich das eigentliche epistemische Argument hier nur im medialen Vollzug zeigt. Digitale Aufzeichnung erlaubt die zeitdiskret präzise Nachbearbeitung eines Sprachsignals, wie es etwa das Spektrogramm der Wortfolge "Geräusch aus" links mit Originalsignal, rechts das digital rekonstruierte Signal sinnfällig macht.²⁹

Hier entstehen bei der Rekonstruktion des Signals zahlreiche Amplitudendiskontinuitäten; "das optische Pendant dazu sind die sichtbaren Kanten der Zielblöcke in einem fraktal kodierten und rekonstruierten Bild" <ebd.>. Beim Filtern kommen Artefakte zustande, etwa künstlich erzeugte Stimm-Formanten.

Eine Diskretisierung als mechanische Digitalisierung von akustischen Ereignissen finden wir in ganz frühen Instrumenten, die nicht umsonst *Spieluhren* heißen. Das Prinzip der Stiftwalze ist (archivpositivistisch formuliert) sicher seit dem 9. Jahrhundert nachgewiesen (die Banu-Musa-Brüder in Badgad); operativ aber kann schon die Nockenwelle, die das Prinzip realisiert, als kulturtechnische Praxis der diskret-kinetischen Bewegungsanalyse (analog zur Operation des Vokalalphabets gegenüber dem Stimmfluß) verstanden werden.³⁰ Heron von Alexandria etwa hat die Nockenwelle als frühe Form der Programmierung von Prozeßabläufen (seine Theatertrickmaschinen) eingesetzt, die als Seilwinde aber analog, nicht digital im strengen Sinne fungiert. Ähnliches gilt für die Hammerwerke des Mittelalters als analog-digital-Umwandler von Wasserenergie.

29 Siehe Abbildung 8-4 aus: Stephan Schneider, Entwicklung und Analyse eines fraktalen Kodierverfahrens für Sprachsignale, Berlin (Köster) 2001, 151

30 Siehe Franz Reuleaux, Theoretische Kinematik. Grundzüge einer Theorie des Maschinenwesens, Braunschweig 1875

Zur Steuerung von Glockespielen und Musikschränken werden mit Stiften besetzte Platten 1600 von Fludd beschrieben (der nicht von ungefähr auch Theoretiker der Mnemotechnik, der *ars memoriae* ist). Nächster Abstraktionsschritt ist die Übertragung dieses maschinellen Prinzips auf das der (fast) zweidimensionalen Lochkarte, die um 1805 im Bildmusterwebstuhl Jacquards prominent und 1842 von Seytre als Toninformationsträger patentiert wird. Schon hier deutet sich an: Digitale, numerische Information ist indifferent gegenüber ihrer potentiellen Ausgabe in den Sinneskanälen, ob Bild oder ob Ton. Die Papiernotenrolle wird dann in den Welte-Mignon-Klavieren 1889 operativ, wie sie Conlon Nancarrow mit seinen Walzenklavier-Kompositionen wiederentdeckt hat. Das Klavier als Tasteninstrument korrespondiert in seiner mechanischen Logik mit dem spezifischen Speichermedium der Papiernotenrollen; "Aufzeichnung und Wiedergabe der menschlichen Stimme können sie allerdings nicht leisten" <Hieber 1997: 27>, wie es (indirekt) dem Vokalalphabet vorbehalten blieb (Hermann von Helmholtz nutzte allerdings die Klaviatur zur Analyse der menschlichen Vokale). Vor der Erfindung der Schallplatte waren pneumatische Klaviere (im Unterschied zum klassischen Orchestrion) in der Lage, Klänge nicht nur mechanisch-abstrakt aufzuzeichnen, sondern auch die Subtilitäten von Anschlagdruck und Tondauer - mithin also die Individualität der Komponisten und Klavierspieler, physikalisch analog. Doch selbst der Welte-Mignon-Flügel von 1904 leistete im Unterschied zu Phonograph und Grammophon keine Aufzeichnung des Klang-Realen, sondern verblieb im diskreten Symbolischen, da die lochende oder gestanzte Aufzeichnung beim Klavierspiel eine Art "logische" Klangaufzeichnung und -reproduktion ermöglichte. Dementsprechend versucht sich die Welte-Kino-Orgel dann an naturgetreuen Klang-Effekten. Die medienarchäologische Gretchenfrage an Technikmuseen ist folglich, ob solche technische Hybride eher in die Abteilung Musikinstrumente oder in die Abteilung Nachrichtentechnik (Akustik, Grammophon, Radio) gehört.

Am Ende kommt Mediengeschichte als Medienarchäologie tatsächlich an den Punkt, wo die menschliche Stimme selbst als akustisches Ereignis speicherbar wird - im Phonographen. Es steht also eine Archäologie von Medien des Klangs an, nachdem die Kulturtechniken, die bislang behandelt wurden (Schrift, Buchdruck), vornehmlich auf der Basis des Alphabets oder der Optik operierten.

Der Klang der Bibliothek

Leibniz' Zeitgenosse Georg Philipp Harsdörffer (1607-1658) hat nicht nur den "poetischen Trichter" imaginiert, sondern vor allem in den von ihm herausgegebenen Büchern *Mathematische und philosophische Erquickstunden* eine Fundgrube geliefert (im Medium der Bibliothek), aus dem Leibniz' *Dissertatio de Arte Combinatoria* von 1666 dann zitiert

kann - jenes Buch, das man nach Johann Sebastian Bachs Tod (und nicht, wie erwartet, die Bibel) angeblich als sein Kopfkissenbuch fand. Leibniz zitiert in seiner *Dissertatio de Arte combinatoria* (1666) die Erquickstunden Harsdörffers, jene Verbindung von Mathematik und Logik, konkret die Aufgabe: "Wievieltausend unterschiedliche Wort (man könne sie lesen oder nicht) auß 25 Buchstaben deß Alphabeths können formirt werden?"³¹

Bach seinerseits hat sich bekanntlich intensiv mit der Kunst der Fuge befaßt - hier wird die *ars combinatoria* operativ im zeitlichen Vollzug; musikalisch ist die Kunst der Fuge eine ästhetische Vorgabe dessen, was dann operativ von Rechenmaschinen geleistet wird. Zum Klingen gebracht wurde die Kombinatorik bereits bei Marin Mersenne (1588-1648), der Kombinieren und Komponieren gleichsetzte. Als Beispiel algorithmischen Komponierens gilt Mozarts Würfelspiel *Anleitung zum Componiren von Walzern so viele man will vermittels zweier Würfel, ohne etwas von der Musik oder Composition zu verstehen*.³² Zugleich klingt hier schon eine Quantentheorie an, derzufolge die Welt zwar aus kleinsten kalkulierbaren Elementen besteht, die aber nicht mehr dinghafter Natur sind, sondern unregelmäßige Zeitsprünge vollzieht - eine temporalisierte Kombinatorik, wie sie Edgar Varèse ausdrücklich in seinen elektronischen Kompositionen aufnahm.³³

Harsdörffers Sprachmaschine generiert nach eigenen Worten "ein vollständiges Teutsches Wörterbuch" und schöpft schon deshalb die kombinatorischen Möglichkeiten des Vokalalphabets umfassender als alle bedeutungsfixierte Poesie aus, weil die vokalalphabetische Buchstabenkombination auch Lautmalerisches produziert - buchstäblich DADA. "Hierbey ist nicht zu vergessen / daß sich der Poet bemühet / die Stimmen der Thiere / oder den Tod eines Falls / Schlages / Schusses / Sprungs / Stosses oder anders / was ein Laut oder eine Stimme von sich gibet / auf das vernehmlichste auszudrucken", schreibt Harsdörffer.³⁴ Peter Bexte aber weist darauf hin, daß erst Jimmy Hendrix einen tatsächlichen Pistolenschuß in seiner Schallplattenaufnahme *Electric Ladyland* knallen lassen kann <ebd.> - das Reale von Sound auf Tonträgern sprengt die Möglichkeiten des Regimes der Buchstaben, also des Symbolischen.

31 Georg Philipp Harsdörffer / Daniel Schwenter, *Deliciae Physico-Mathematicae* oder Mathematische und Philosophische Erquickstunden Bd. 1. Neudruck der Ausgabe Nürnberg 1636, hg. u. eingel. v. Jörg Jochen Berns, Frankfurt / M. (Keip) 1992; Bd. 2: Georg Philipp Harsdörffer, *Deliciae mathematicae et physicae*. Zitiert hier: Einleitung XXXV

32 Siehe Martin Supper, *Elektroakustische Musik und Computermusik*, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1997, 65

33 Dazu Marc Treib, *Space Calculated in Seconds: The Philips Pavilion*, LeCorbusier, Edgar Carèse, Princeton (Princeton UP) 1996

34 Zitiert nach Bexte 1995: 131

Die diskrete Verarbeitung kleinster lautlicher Elemente durch die vokalphabetische Schrift machte einst Sprache kommunikationstechnisch reproduzierbar - die Operationen der Bibliothek. Anders das Grammophon: Was der Tonabnehmer hier abtastet, erklingt als Ton oder als Geräusch. Analoge technische Medien wie Edisons Phonograph und die Kinematographie der Gebrüder Lumière waren um 1900 eine fundamentale Herausforderung an das Wissensregime der Bibliothek. In der Aufzeichnung des audiovisuell Realen liegt eine Alternative zum klassischen Wissen, um die zu sorgen die meisten (Universitäts-)Bibliotheken sich nicht bekümmert haben - ein Manko für neue Fächer wie die Medienwissenschaft, deren Studierende sich nur allein durch Zugriff auf Bücher, sondern AV-Material fortbilden. Hier fristen halb-legale Video- und Mediatheken an Instituten und Seminaren ein Schattendasein, das die politische Macht verschlafen hat.

Vor allem sind damit genuin technologische Suchoptionen möglich, nämlich nicht nur Buchstaben in Büchern, sondern auch deren visuelle Information zu adressieren, durch bildbasierte Bildsuche (mit Bildern nach Bildern suchen, nicht mit Worten) - jenseits des Primats der Verschlagwortung von Bildern. Eine der drei weltweit erhaltenen vollständigen Ausgaben der Gutenberg-Bibel in der Library of Congress in Washington wurde digital gescannt auf Festplatte. Jede Einzelne der Aufnahmen enthält 132 Millionen Pixel; "so ist es möglich, kleinste Einzelheiten in der Struktur und in den Farben wiederzugeben" - ein halber Terrabyte Speicher, im Internet verfügbar - *close reading*, medienarchäologisch.

Das Buchwesen reagierte auf die technische Herausforderung von zur alphabetischen Schrift alternativen, nämlich audiovisuellen Überlieferungsformen in der Übergangszeit von der analogen zur digitalen Kultur mit Hybriden; ein Beispiel dafür ist die sogenannte Phonobox aus dem Bertelsmann-Lexikon *Unser Jahrhundert in Wort Bild und Ton* - Bd. 1 ("Das 1. jahrzehnt") eines Jahrhunderts, das in der Tat erstmals sich auch als audiovisuelles Gedächtnis überliefert hat.³⁵ Das Buch spricht, wie es einst die *obgetti parlanti* Altgriechenlands suggerierten, wenn etwa die Inschrift aus dem sogenannten Nestor-Becher (aus eben diesem Pithekussai, also Ischia) sich liest: "Wer aus mir trinkt, den wird Aphrodite bekränzen". Doch damit hier die Schrift spricht, muß sie von Menschen eingelesen und als Stimme gesprochen werden (quasi medienfunktional *avant la lettre*); im Unterschied dazu spricht die Phonobox, sofern die Batterien noch geladen sind, als Automat. Tonbeispiel Nr. 15 (auf transparenter Schallfolie interpoliert zu Buchseite 169) thematisiert "Tontechnik um 1900"; hier wird die Phonobox selbstbezüglich. Hier spricht nicht nur das Buch, sondern die Aufzeichnungstechnik der Edinsonschen Phonographie selbst. Ein das Originaltondokument (eine Werbung für Emil Berliners Grammophon)

35 Gütersloh (Bertelsmann Lexikothek Verlag) 1990

wird allerdings fehlerhaft moderiert: Thomas Alva Edisons Phonograph von 1877 setzte Töne durch eine Nadel zwar in Schwingungen um, doch durchaus keine "elektrischen" - hier handelt es sich um eine retrospektive, geradezu medienarchäologische Deckerinnerung des elektronischen Zeitalters (den Begriff der Deckerinnerung hat ein anderes Ereignis um 1900, nämlich Sigmund Freuds *Traumdeutung*, definiert).

Ein weiteres Tondokument liest per Phonobox eine Passage aus Walter Benjamins *Berliner Kindheit um 1900*. Benjamins Erinnerung an frühe Telephonie ist vor allem die an Geräusche, "die keine Muse vermeldet" - so hart ist der Bruch mit den Sirenen Homers, also der Metonymie für das Vokalalphabet.³⁶

Funktionale Medienarchäologie: Takte, Oszillationen, Frequenzen

"Pythagoras" braucht nicht als Eigenname auf eine (quellenkritisch gesehen dubiose) Person Altgriechenlands reduziert werden, sondern gilt als Bezeichnung vielmehr als für Evidenzen, welche Medien wie die schwingende Saite immer wieder, fortwährend, quer zu allen Denksystemen neu hervorbringen, zeitigen: ein Belehren des Kultur durch die von ihr erzeugten Medien selbst, ein automatisches Wissen, *automathesis*. Erst in der Kopplung von Wissenwollen (*mathesis*) und Meßtechnologien enthüllt sich das Wissen der Physik. Genau in diesem epochalen Moment setzt eine neue Zuständlichkeit von Kultur und ihren Prozessen (Wissen, Kommunikation, Speichern) an. Dem wissenwollenden Menschen kommt hierbei die eine, den Meßmedien die andere Seite der Erkenntnis zu - weil nur technologische Medien selbst naturwüchsig auf Seiten der Physik und ihrer impliziten Mathematik stehen.

Demzufolge aber hebt die für eine Wissenschaft operativer Medien relevante Epoche erst mit dem Verbund von Technophysik und Technomathematik, also mit der hochkulturellen Aneignung natürlicher Physik durch Mathematik an: Dämmerung der Moderne. Diese Medien induzieren eine gewisse epistemologische Erinnerung an das altgriechischen Denken der Physis, der Zahl, der Zeit - eine Trias, die jedoch erst im technischen Vollzug tatsächlich konvergiert. Zwar steht ein Pythagoras am Monochord in einem gleichursprünglichen Verhältnis zur schwingenden Saite wie ein Huyghens, doch erst mit Hilfe analytischer Medien zweiter Ordnung (Meßmedien, mathematische Gleichungen) enthüllt sich das Wissen um primäre, physikalische "Medien"vorgänge. Ein Meßinstrument ist ein technifiziertes Theorem;

³⁶ Walter Benjamin, *Berliner Kindheit um Neunzehnhundert*, in: ders., *Gesammelte Schriften*, Bd. IV, hg. v. Tillman Rexroth, Frankfurt / M. 1972, 235-304

überhaupt gilt für Medientheorien, daß sie sich nicht nur in Form von Texten entfalten, sondern von operativen Medien selbst implizit gewußt werden.

Haben erst technische Meßmedien und Prothesen wie das Mikroskop die Brownsche Molekularbewegung als Erkenntnisobjekt sichtbar gemacht (denn dieser Befund geht als epistemologische Herausforderung über das bislang im Abendland Vertraute weit hinaus), führen sie dann in Allianz mit mathematischem Werkzeug zu neuer Erkenntnis. An dieser Stelle setzt nun Norbert Wiener ein und erinnert nicht ohne Stolz an seinen Vortrag an der Göttinger Universität 1925, in dessen Zentrum die harmonische Analyse stand, sprich: "the breaking up of complicated motions into sums of simple oscillations"³⁷. Die seltsamsten Zickzackbewegungen lassen sich auf etwas zurückführen, was Wiener schon bei Pythagoras entdeckt („his interest in music and the vibrations of the string of the lyre“). Hier geht es nicht um Musik als ästhetische Form, sondern um *mousiké* als Modellfall von Medienerkenntnis, die sich aufgrund der Isomorphie von physikalischer und elektronischer Welt auch auf Übertragungs- und Speichermedien wie Radio und Fernsehen anwenden läßt.

Jeder noch so komplexe Klang läßt sich auf eine Summe harmonischer Schwingungen (reine Sinustöne also) zurückführen, deren Gesamteindruck als "Klangfarbe" allein in der musikalischen Kognition mehr darstellt als die Summe seiner Teile. Diese Analyse leistete allerdings erst Jean Baptiste Fourier, nicht schon Pythagoras, der in einer statischen, geometrischen Mathematik der Saite befangen blieb, eher an Proportionen denn an zeitlich-dynamischen Ereignissen interessiert. Doch die Saite *schwingt*, sie entfaltet ihre akustische Artikulation erst im Vollzug (was sie als zentrales Kriterium mit der Definition technischer Medien teilt). Allein die frei schwingende (aber fest eingespannte) Saite läßt den Grundton erklingen; mit jeder Ab-Teilung entstehen Obertöne. "Sind die Enden der Saite nicht fest eingespannt, können auch Schwingungen der Form $\cos(nx)$ (oder Überlagerungen) auftreten."³⁸ Zu jedem gegebenen Moment ist ein Klang als akustische Superposition eine solche Zusammensetzung aus Frequenzen; entfalten aber will sich jeder Klang erst variabel in der Zeit. Musikalische Notation erfolgt also auf beiden Achsen des kartesischen Koordinatensystems, jenem diagrammatischen Werkzeug analytischer Geometrie. „Vibrations can be characterized in two independent ways, namely, according to frequency, and according to duration in time" (Wiener ebd.). *Veranschaulichen* läßt sich dies (ganz in der Tradition von Chladni's "Klangfiguren") anhand der Oszillogramme und Spektrogramme dieses Vorgangs an einem

37 Wiener 1964 / 1976: 544

38 Wolfgang Globke, Fourier-Analysis und der Algorithmus des 20. Jahrhunderts, <https://www.math.kit.edu/iag2/~globke/media/fourier.pdf>, Zugriff 24. August 2020

signalgespeicherten Tonbeispiel. Doch die Skalen und Interfaces von Messmedien, also der genuin medienarchäologische Einblick in dynamische Vollzugsformen, lässt die Analyse - wenngleich sich das Signal durchaus indexikalisch zum elektromagnetischen und digital verarbeiteten Vorgang verhält - sich schon in den ikonologischen oder sonifikatorischen Fallen verfangen. Michael Faradays Entwicklung der elektromagnetischen Feldtheorie war buchstäbliche *Medientheoría*, insofern sie sich ein Bild von etwas Unsichtbarem macht - von den Feldlinien zwischen den Polen eines Magneten. Ein epistemologischer Zwitterzustand: Feldspäne haben nicht nur einen ikonologischen, sondern ebenso indexikalischen Bezug zum Phänomen des Magnetismus. Der verbalsprachliche Neologismus "Feld" ist das Eine und ist schon halb einer konnotativen Metaphorik verfallen; seine analytische Durchdringung das Andere. Faradays Induktionsexperimente von 1831 verzeichnet sein Labortagebuch in Form von verbal deskriptiver und diagrammatisch figurativer Form. Das spekulative Diagramm als Papierwerkzeug von Theorie macht das Objekt (den mit zwei Spulen umwickelten Weicheisenkern, die einmal an eine Stromquelle angeschlossen, im anderen Fall mechanisch unverbunden damit an ein Galvanometer angeschlossen ist) überhaupt erst als operatives, materiell implementiertes Diagramm des induktiven elektromagnetischen Effekts im Moment des Stromschlusses lesbar. Erst Maxwell aber gelingt es, dieses Phänomen zu durchdringen, in Form mathematischer Analysis. Allein Charles S. Peirces Semiotik anerkennt auch die algebraische Formel als Form des Diagramms.

In einem Brief an Clerk Maxwell fragt Faraday am 23. November 1857 an, ob Mathematiker ihre Schlußfolgerungen nicht "in common language as fully, clearly, and definitely as in mathematical formulae" ausdrücken könnten, "translating them out of their hieroglyphics, that we also might work upon them by experiment"³⁹. Dementsprechend gründet Medienarchäologie ebenso im Alphabet wie in der Zahl. Bertrand Russell spricht der Alltagssprache die Fähigkeit ab, (techno-)physikalische Prozesse wirklich zu durchdringen; "only mathematics and mathematical logic can say as little as the physicists means to say"⁴⁰, mithin also ohne diskursive Redundanz. Die mathematische "Hieroglyphe" Δt vermag als Symbolfolge algebraisch zusammenzufassen, was in geometrischer Visualisierung immer konkreter Raum (Linie) bleiben muß.

Gegenüber den Verführungen ikonischer oder sonischer Interfaces von Messmedien ist die Schrift der Mathematik das ehrlichste und radikalste, weil unanschaulichste Verfahren von Medientheorie. Die Kunst liegt also in einer Notation, die nicht der Idolatrie verfällt, sondern mitten im Herz

39 Hier zitiert nach: Gillian Beer, *Open Fields: Science in Cultural Encounter*, Kapitel "Translation or Transformation? The Relations of Literatur and Science", Oxford (Clarendon) 1996, 173-195 (180)

40 Bertrand Russell, *The Scientific Outlook*, zitiert in: Beer 1996: 182

einer Anschauungskrise der Mathematik beide Parameter relativisch zu verschränken vermag – Fourier-Analyse *versus* Wavelets. Hier nun kommt Wieners musikalische Antwort auf die epistemologische Dichotomie von kontinuierlichen *versus* diskreten Prozessen medienphysikalischer Natur, vor dem Hintergrund, daß in der wirklichen Welt schon der Anschlag einer Klaviertaste eine Brechung der am Ton beteiligten Frequenzen bewirkt und sich mit der Zeit fortschreibt. Die gängige Definition von Frequenz "bezieht sich [...] auf periodische Zeitvorgänge und ist zeitunabhängig", mithin zeitinvariant. Doch "ein rein periodischer Vorgang kann nicht der Träger einer Mitteilung sein", weder als Amplituden- noch als Frequenzmodulation. "So entsteht der Begriff einer 'effektiven' oder 'augenblicklichen Frequenz'"⁴¹; die Frequenz wird mithin selbst zeitkritisch.

Anschaulich (respektive hörbar) wird Wieners Argumentation in seinem konkretesten Beispiel: Das tiefste Orgelregister geht auf eine Frequenz von 16 Hz herunter, was der menschlichen Hörschwelle vom diskreten Knacken (etwa dem Spechthacken am Baum) zum kontinuierlichen Ton (aufwärts) entspricht. Wird eine Note nur eine Zwanzigstelsekunde gespielt, wird sie auf diesem Orgelregister also gar nicht erst als Ton, sondern nur als Impuls hörbar, als Salve von Luftstößen - „it will not sound to the ear like a note but rather like a blow on the eardrum“ <545>: „The complicated mechanism of the reflection of impulses which is necessary to make an organ pipe speak in a musical manner will not have a fair chance to get started“ <ebd.>. Damit ist in die harmonische Analyse ein eminent zeitkritisches Argument eingeführt; „just as in quantum theory, there is in music a difference of behavior between those things belonging to very small intervals of time (or space) and what we accept on the normal scale of every day“ <ebd.> - die ganze Analogie von Medienprozessen und musikalischem Vollzug.

Die harmonische Analyse zerlegt eines Klangsignals in seine Partialtöne, die zu einander in ganzzahligen (und damit komputierbaren) Verhältnissen stehen; von daher ihre Bezeichnung als "Harmonische". Die harmonische Analyse aber verfehlt die Zeitdimension; darauf antwortet die Zeit-Frequenz-Analyse. Zwischen der Energie (Amplitude) und der Dauer eines zeitveränderlichen Signals (als "Klang"signal im sonischen Sinne) besteht eine Unschärfebeziehung. "Nehmen wir an, dass wir ein zeitveränderliches Signal, zum Beispiel eine Schallwelle, haben und wir die genaue Frequenz dieses Signals zu einem bestimmten Zeitpunkt messen wollen. Das ist unmöglich, denn um die Frequenz exakt zu ermitteln, müssen wir das Signal über eine gewisse Zeitspanne beobachten, und dadurch verlieren wir Zeitpräzision. Das heißt, ein Ton

41 Augustin Ditl, Einschwingvorgänge bei Frequenzmodulation, in: Hochfrequenztechnik und Elektroakustik Bd. 64, Heft 6 (1956), 184-xxx (184), hier unter Bezug auf Definitionen von A. D. Bell, C. C. Eaglesfield und J. Shekel.

kann nicht innerhalb nur einer beliebig kurzen Zeitspanne da sein, wie etwa ein kurzer Impuls, und gleichzeitig eine exakte Frequenz besitzen, wie sie etwa ein ununterbrochener reiner Ton hat. Die Zeitdauer und die Frequenz der Welle sind analog zu betrachten zum Ort und Impuls eines Teilchens."⁴²

Aufzeichnung tötet den Klang? Techno-analytisches Hören

Zur alphabetischen, also symbolischen Fixierung von Kultur, dem Reich des Symbolischen, tritt die mechanische und elektrotechnische Aufzeichnung von Realem nicht nur in Konkurrenz, sondern gar in Widerstreit (im Sinne Kants und Lyotards). Thomas Alva Edison, den Villiers de l'Isle-Adam zum Helden seines Romans *Éve future* macht, "sitzt sinnend unter lauter Apparaten, um monologisch und von Literaturwissenschaftler überhört Lessings *Laokoon* auf den Stand von 1886 zu bringen"⁴³. Hier sagt er, was der Phonograph tatsächlich non-alphabetisch schreibt: "Toujours est-il qu'il a permis seulement qu'on *imprimât* son Evangile, et non qu'on le *phonographiât*. Cependant, au lieu de dire: "Lisez les Saintes Ecritures!", on eût dit: "Ecoutez les vibrations sacrées!" An die Stelle diskreter Elemente treten Schwingungen.

Der Wire Recorder handelt elektrographisch, nicht symbolisch, und so singt uns der Guslar Hamdo zur Gusle vom drahtschnurenden Webster-Gerät tatsächlich (Aufnahme bei Novi Pazar, September 2006). Eine *Photographie* dieser Szene und auch die aufgezeichneten Klangsequenzen auf dem Wire Recorder verfehlen jedoch gerade das Ereignis, analog zu Albert Lords Diskussion über die Auswirkung der Verschriftlichung epischer Gesänge: "Unbeabsichtigt vielleicht entstand jedoch ein fester Text. Proteus war photographiert worden", und "an dieser Aufnahme wurde hinfort jede Veränderung gemessen - sie wurde zum `Original´."⁴⁴

Der Unterschied zwischen (hand)schriftlicher und elektromagnetischer Aufzeichnung ist ein (zeit)kritischer: Bei der *dictation* muß der Sänger Rücksicht auf das langsame Schreibtempo nehmen, nimmt die Zeilenhaftigkeit wahr, im Unterschied zum surrenden Wire Recorder, auf den Hamdo keinerlei Rücksicht nehmen muß, während der Guslar singt und die Gusle spielt. "Vor dem Aufkommen der elektrischen Aufnahmegeräte war es nur in den seltensten Fällen möglich, Texte nach einem wirklichen Vortrag - nicht nach Diktat - niederzuschreiben."⁴⁵

42 <http://de.wikipedia.org/wiki/Unschärferelation>; Zugriff: 28. November 2007

43 Friedrich A. Kittler, *Aufschreibesystem 1800 / 1900*, München (Fink) 1985, 235f

44 Albert B. Lord, *Der Sänger erzählt. Wie ein Epos entsteht* [AO 1960], München (Hanser) 1965, 185

45 Lord 1965: 185

Übergangsweise "könnte man versuchen, Kurzschrift zu benutzen", die ja in der Tat einen kulturtechnischen Versuch darstellt, der gesprochenen oder gesungenen Sprache durch Aufzeichnung in *Echtzeit* gleichzukommen. Doch auch ein Text, den man auf diese Weise erhielte, "registrierte vielleicht nicht die letzten Nuancen einer bestimmten Form oder phonetische Feinheiten, die mit Hilfe einer genaueren Methode sichtbar würden"⁴⁶ - diese werden erst *sichtbar* mit Fenstern elektronischer Meßverfahren wie der Spektralanalyse, *monitoring*.

Während die Kultur mündlicher Poesie durch ihre schriftliche Aufzeichnung schrittweise erstirbt (wozu Parry/Lord forschend und publizierend beitrugen), kommt es zur Bücherverbrennung in Berlin, Mai 1933.⁴⁷ Medienarchäologie aber schaut nicht in erster Linie auf die globalen kulturhistorischen Zusammenhänge (das bleibt der besseren Kompetenz von Nachbardisziplinen überlassen), sondern präziser auf die Ebene, wo solche Erscheinungen an und in Medientechnologien operativ und konkret werden. Um hier ein wenig mit den Worten zu spielen: Medienarchäologie entziffert eher Histrogramme denn Historiographie. Erst in Kopplung mit der Saite der Gusle kommt die performative Epik als zeitkritischer Stimm-Saitenverbund zum Zug, schwingend. Auf dieser medienarchäologischen Ebene stellt sich wirklich eine denkbare Resonanz zwischen dem vom Guslar gestrichener Saite des Streichinstruments und dem an der elektrischen Spule des Tonkopfs vorbeistreichendem Magnetdraht ein - auf den Punkt gebracht in der direkten Kopplung von gespielter Gusle-Saite und elektromagnetischem Tonabnehmer, der E-Gitarre.

"In einer rein mündlichen Epentradition gibt es auch bei den Passagen, die relativ festliegen, keine Garantie dafür, daß sie bei jedem Vortrag wörtlich übereinstimmen."⁴⁸ Dies ruft nun geradezu nach einer Analyse im Sinne von Norbert Wiener entwickelten *linear prediction*, also einer für alle Medientheorie zentralen Form von Zeitreihenanalyse als stochastischer Vorhersagbarkeit von künftigen Ereignissen im Bereich des Zeitfensters namens Echtzeit (Vorhersage durch Modellbildung, Filtertheorie, Optimierungsaufgaben als Zeitreihenanalyse des neuronalen Codes). Im Vokabular der Systematischen Musikwissenschaft, die eine sehr konkrete Brückenfunktion zur Medienwissenschaft ausübt, heißt dies etwa meßtechnische Erzeugung und Analyse von Autokorrelationshistogrammen. Die neuronale Erzeugung von Echtzeit-Poesie, solch performative Dichtung im mündlichen Stil, ist durch Neurofeedback "geschmeidig genug, Veränderungen, thematische Neuerungen und Ausgestaltung ganz allgemein zu verkraften"⁴⁹. Solch ein kulturtechnischer Vollzug konvergiert heute auf wundersame Weise

46 Lord 1965: 186

47 Ein Argument im Feature des Deutschlandfunks *Das Vermächtnis der Epensänger*, Oktober 2006

48 Lord 1965: 186

49 Lord 1965: 315

mit hochleistungsfähigen Algorithmen der Signalverarbeitung durch Computer in *realtime*.

Einmal im elektromagnetischen Raum aufgezeichnet und technomathematisch digitalisiert, sind solche Gesänge prinzipiell *online*-fähig und Suchmaschinen zugänglich. Läßt sich solcher Sang durch Singen finden, also im Medium seiner Artikulation, oder nur durch Schlagworte, also im Medium des Alphabets? Die (boolesche) Logik von Suchmaschinen operiert bislang textlastig im Sinne Aby Warburgs "vom Text zum Bild" (sc. zum Ton). Medienimmanente Chancen im digitalen Raum aber bietet die genuin medienbasierte Suche, d. h. mit Bildinformationen als *image-based image retrieval* nach Bildinformationen zu suchen, oder das Suchtonverfahren, wie es Martin Grützmaker zur Analyse von Klängen 1927 entwickelte. Dem zu findenden, d. h. zu analysierenden Klang wird dabei zunächst eine in seiner Frequenz veränderbare sinusförmige Wechselspannung überlagert; das damit generierte Frequenzgemisch wird einem quadratischen Gleichrichter zugeführt und anschließend mit Hilfe eines festen Feilters der jeweils entstehende Differenzton ausgesiebt und zur Anzeige gebracht.⁵⁰

Im Ringen um das *copyright* von Musik im Internet hat die Industrie längst entsprechende Algorithmen perfektioniert; Vodafone-Benutzer etwa können seit Langem zur Identifikation einer unbekannten Melodie ihr Smart Phone 30 Sekunden lang in Richtung Radio halten und erhalten per SMS die Titelinformation - vom Klang zum Katalog, von den Medien- zu den Metadaten. MP3-Dateien "privatkopierter" Musik sind das Eine; die Zuordnung von Medien- und Metadaten das Andere. Vorerst aber nähern wir uns den Audio-Dateien, welche die Website der Milman Parry Collection der Widener Library an der Universität von Harvard zur Verfügung stellt, ausschließlich durch die alphanumerische Eingabe der URL. Und genau betrachtet, entpuppt sich auch das Suchbild- und Suchtonverfahren im digitalen Raum als Betrug unserer Sinne. Denn hier finden sich nicht Töne und Bilder, sondern Formate, allesamt Verfahren der Mathematik. Klang wird hier fakultativ zum Medium (frei formuliert nach Elena Ungeheuer) - womit wir wieder bei der Frage angelangt sind, welche Methoden zur Analyse kultureller Erscheinungen sich auf der präzisen medienarchäologischen Ebene ergeben (also die in Meßmedien verdinglichte "Medienanalyse" - Subjekt und Objekt derselben).

Was die epischen Gesänge der Guslari in Serbien, Montenegro und Albanien aus medienwissenschaftlicher Hinsicht so interessant macht ist die Tatsache, daß die ganz konkrete Ausformulierung der Verse erst im

50 M. Grützmaker / E. Meyer, Eine Schallregistriervorrichtung zur Aufnahme der Frequenzkurven von Telefonen und Lautsprechern, in: ENT 4 (1927), 203-211; ferner ders., Die Fourieranalyse modulierter Frequenz, in: ENT 8 (1931), 476-480

Moment des Vortrags zustandekommt, also aus einem Repertoire entschieden und artikuliert wird. Noam Chomsky hat von Seiten der Linguistik die Transformationsregeln definiert, wie eine infinite Anzahl wohlgeformter Sätze aus einer finiten Anzahl von Regeln generiert werden kann. Claus Pias hat in diesem Sinne das Genre der Textadventures ausdrücklich "softwarearchäologisch" interpretiert⁵¹, und so steht die Praxis der Guslari nicht nur den *rap*-Songs von heute, sondern auch den Computerspielen nahe - Echtzeit als technologische Chronopoetik.

Eine zeitgenössische Variante in der Epoche computergestützter Kultur ist die Poesie-Maschine von David Link: ein Textgenerator, programmiert auf der Basis von Markov-Ketten durch Claude Shannons Kalkül der Wahrscheinlichkeit von Buchstabenfolgen. Das Computerprogramm *Poetry Machine* ist ein interaktiver Textgenerator, der sich selbständig mit Informationen aus dem Internet versorgt, quer zum Modell der semantischen Netzwerke.⁵²

Der euklidische Raum der klassischen Physik und das kartesische Ideal von Vernunft und analytischer Geometrie ist laut McLuhan eine direkte Funktion des phonetischen Alphabets⁵³; an die Stelle dieses Weltbilds fester Raum- und Zeitrahmen tritt eine Ästhetik dynamischer Prozesse (McLuhan unter Berufung auf Louis de Broglie, *La physique nouvelle et les quanta*). "Die von de Broglie beschriebene Revolution ist aber nicht eine Folge des Alphabets, sondern des Telegraphen und des Radios (McLuhan ebd.). Zu Beginn des 20. Jahrhunderts ringt sich die quantenphysikalische Erkenntnis durch, daß Licht sowohl Wellen- und Teilchencharakter hat; 1924 macht de Broglie den Vorschlag, Teilchen vom Typ Elektronen umgekehrt auch Welleneigenschaften zuzuschreiben.⁵⁴ Mit dieser Beschreibung sind Impuls und Wellenvektor über die Plancksche Konstante h miteinander verknüpft. Und de Broglie fügt hinzu: "Es ist wichtig zu erkennen, daß große Wandlungen in den alltäglichen menschlichen Sprech- und Handlungsweisen mit der Ingebrauchnahme neuer Instrumente verbunden sind"⁵⁵ - nicht nur als Massenmedien, sondern auf dem medienarchäologischen Niveau der Meßmedien sind Technologien hier operativ und diskurs- respektive wissenschaftstiftend.

51 Claus Pias, *Adventures am Scheideweg*, Vortrag Bauhaus-Universität Weimar, 23. April 1999

52 David Link, *Poesiemaschinen / Maschinenpoesie*, Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde an der Phil. Fak. III der Humboldt-Universität zu Berlin (eingereicht 2002, Promotion 2004);

<http://edoc.hu-berlin.de/dissertationen/link-david-2004-07-27/HTML>

53 McLuhan 1992 / 1995: 7

54 Webpage "Elektronenbeugung" des RCL (Remotely Controlled Laboratories); URL: <http://rcl.physik.uni-kl.de> (Zugriff 7. Dezember 2006)

55 De Broglie, zitiert von McLuhan 1992/1995

Ein Blick auf die Rolle technischer Medien als Meßinstrumente ist damit unabdingbar - etwa das transoptische Elektronenmikroskop, oder die quantenphysikalische Unschärferelation Werner Heisenbergs, derzufolge der Welle/Teilchen-Dualismus auf sehr direkte, transitive Weise mit der Funktion der Beobachtungsinstrumente interferiert, die immer nur entweder den Impuls oder den Ort solcher Ereignisse zu bestimmen vermögen. Damit werden aus scheinbar nur beobachtenden, passiven Meßmedien aktive Agenten, die insofern buchstäblich entscheidend für die zu gewinnende Information sind, als daß sie (im Sinne Spencer-Browns) tatsächlich eine Differenz *machen*. Die Messung gerät hier in eine Zwitterstellung: Unschärfe als Funktion der Meßmedien oder des realen Systems? Denis Gabors Begriffsfindung sogenannter "akustischer Quanten" hat diese lange von visuellen Metaphern dominierte Medientheorie ins Sonische transformiert.

Aktuelle *text-to-speech*-Systeme schicken sich auf der Basis von "deep learning" an, jene unverwechselbare Qualität des mündlichen Vortrags selbst rechnend zu simulieren. Linguattec hat eine Vorlesesoftware auf den Markt gebracht, "das weit über die näselnden Computerstimmen der Vergangenheit herausgewachsen ist. Das Programm analysiert und optimiert Texte bevor es mit dem Vorlesen beginnt, um so Satzstrukturen zu erkennen und unter Zuhilfenahme umfangreicher phonetischer Bibliotheken eine Sprachausgabe zu generieren, die der menschlichen möglichst nahe kommt. So klingt die Sprachmelodie natürlich"⁵⁶ - analog zur zeitkritischen Echtzeitpoesie.

Keine unmittelbar-physikalische, sondern eine medientechnisch vermittelte (übersetzte, transformierte) Korrespondenz herrscht zwischen den Frequenzen von Hamdos Gesang und den Schwingungen seiner Gusle einerseits, und dem spulenden Draht des Wire Recorder. Die von Milman Parry (und Walter Ong) analysierte kulturtechnische Mnemotechnik der Formeln im oralen epischen Gwsang prallt hier auch eine ganz anders geartete Technik, eine Techno/logie jenseits des Wortes, aber auch jenseits von Schrift: Elektronische Kommunikation (als Signalübertragung) geschieht grundsätzlich anders als in alphabetischen, also symbolischen Techniken der Schriftkultur, insistiert bereits McLuhan. Doch verschleiert das semantische Nachhinken der diskursiven Sprache im Bestreben nach "remediation" (Bolter / Grusin) nach wie vor diesen Umbruch - etwa der Begriff "Gedächtnis", wo es um elektronische Speicher geht, und "Kommunikation", wo es um nachrichtentechnische Informationsverarbeitung geht (Shannon 1948). Bereits die sogenannte menschliche Kommunikation spaltet sich in Physiologie und Informationstechnologie. Edison nennt seine neuerfundene Sprechmaschine 1877 *Grammophon*, hier noch ganz am Ende der Schriftkultur. Als AEG / Telefunken 1935 nach einer Bezeichnung für die neuentwickelte Maschine zur elektro-magnetischen Aufzeichnung von

56 Bericht "Die Vorleserin", in: reinHören 04/2006, 12

Klängen sucht, entscheidet sie sich nicht etwa für den Begriff "Magnetograph", sondern Magnetophon. Buchstaben und Worte lösen sich im elektronischen Raum nämlich in Frequenzen und kleinste Partikel auf. Was stattfindet, ist von einer unüberbrückbaren Distanz geprägt - von daher mein melancholischer Zug in der Analyse dieses medienarchäologischen Experiments. Denn angesichts und im Vernehmen des Wire Recorder, gerade *weil* er Hamdos Gesänge aufnimmt, ist auch klar: die alte mnemotechnische Welt ist unwiderbringlich verloren.

Elektronische Kommunikation (also Signalübertragung), wie sie anhand eines Webster Wire Recorder geschieht, unterscheidet sich grundsätzlich von den alphabetischen Techniken der Schriftkultur, weil sie auf der Ebene des physikalisch Realen, nicht nur des kulturell-Symbolischen (definiert mit Ernst Cassirer) operiert. Elektronik bricht mit diskreter Schriftlichkeit nicht allein auf der Ebene der Darstellung, sondern vor allem auf der Ebene der Medienanalyse. Halten wir mit McLuhan fest: Das Vokalalphabet, als Akt der Visualisierung des stimmlichen Klangs, führte zu einer Privilegierung des Sehsinns im abendländischen Wissenshaushalt (der Episteme). Meßmethoden, also die graphische Visualisierung des stimmlichen Ereignisses im elektronischen Raum eskalieren diese Situation. Bringen wir in diesem Zusammenhang ein analoges Meßmedium zum Einsatz, das Klänge visualisiert und dementsprechend Oszilloskop heißt - ein veritables Instrument der *Medientheoría* zur Medienanalyse, und zugleich eine Erinnerung daran, daß die Kathodenstrahlröhre, bevor sie dem elektronischen Fernsehen als Massenmedium zum Durchbruch verhalf, von Ferdinand Braun als Meßinstrument erfunden wurde. Die Elektronenröhre war als Nebenprodukt der Glühbirnenentwicklung zunächst entdeckt worden, aber noch undeutbar, wurde jedoch dennoch als Phänomen, als sogenannter "Edison-Effekt", vom Erfinder sofort instinktsicher patentiert. Im medienepistemischen Moment also ist sie selbst Gegenstand wissenschaftlicher Neugierde, bevor sie dann für etwas funktionalisiert wird, was über sie hinausweist (ihr Einsatz als Gleichrichter oder als Triode). Die Ablenkbarkeit des konzentrierten Elektronenstrahls durch ein Kondensatorplattenpaar zum Zweck der Lichtschrift auf einem inwändigen Phosphor-Bildschirm dient Ferdinand Braun 1897 zum optischen Nachweis elektrischen Wechselstroms⁵⁷: "Das Phänomen wird dadurch frei, etwas anderes zu bezeichnen als den Apparat."⁵⁸ Vom "Medium experimenteller Erkenntnis"⁵⁹ zum

57 Ferdinand Braun, Ueber ein Verfahren zur Demonstration und zum Studium des zeitlichen Verlaufes variabler Ströme, in: Annalen der Physik und Chemie, Leipzig, Bd. 60, Heft 1 (1887), 552-559

58 Lorenz Engell, Fernsehen mit Unbekannten. Überlegungen zur experimentellen Television, in: Michael Grisko / Stefan Münkler (Hg.), Fernsehexperimente. Stationen eines Mediums, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009, 15-46 (23)

59 Engell ebd. Siehe Claude Bernard, Introduction à l'étude de la méthode

Massenmedium aber wird die Bildröhre erst von dem Moment an, wo sie in einem nicht mehr transitiven Verhältnis zu Erscheinungen des Elektromagnetismus, sondern intransitiv zum Subjekt von Bildübertragung transfiguriert. Als Massenmedium wird Fernsehen seinerseits Gegenstand einer Medienmessung zweiter Ordnung, von "Television Audience Research"⁶⁰, mit Methoden, die aus den Labors der experimentellen Psychologie stammen wie schon die früheste Filmästhetik zuvor (Hugo Münsterberg). Was am Radio zum Einsatz kam, wird telemetrische Quotenanalyse auf breiter Fernsehfront, mit konkreten Apparaturen aus Technik ("Audimeter") und Mathematik (Statistik). Was Bertolt Brecht sich um 1930 als technologische Ermöglichung der Transformation des Radios vom Distributions- zum Kommunikationsmedium erhoffte, nämlich den Rückkanal, wird hier als systemtheoretische Beobachtung zweiter Ordnung anders real.

Die Theorie der Töne ist in der post-pythagoräischen Epoche des Abendlands (die durch Boethius' Werk *de musica* zugespitzt und dem Mittelalter autoritativ vorgegeben wurde) zwar immer noch von der Frage nach harmonischen, ganzzahligen Proportionen (*ratio*) geprägt, doch verschiebt sich diese Frage seit Mersenne (wenngleich dessen maßgebliches Buch noch *Harmonie universelle* lautet) von der Vermessung der Saitenlängen des Monochords zur Untersuchung ihrer dynamischen Verhältnisse, nämlich Schwingungen - der subalphabetische Raum des Realen diesseits der symbolischen Signifikanten. Die periodische Bewegung, also ein Zeitverhältnis wird zur Daseinsgrundlage des Klangs. Obgleich er formal am theoretischen Axiom der universellen Harmonie festhält, schreibt das Medium längst auf der empirischen Ebene an einer subliminalen Erkenntnis des Realen (oder des Reellen, im Sinne der Mathematik des Kontinuierlichen) mit - oder schreibt es dem Wissen gar vor, als Sono-Appell des schwingenden Mediums direkt an die Membran der seinsvernehmenden Ohren, denn die materiale Existenz von Klang erschließt sich diesem Sinn präziser als dem Auge. Entsprechend nennt Mersenne seine Verfahrensweise ("la manière ie me sers pour prouver la raison de l'octave"), die eine genuin medienwissenschaftliche Methode darstellt: "le n'vse d'autres chose que des seuls mouuemens, ou batemens d'air."⁶¹ Mersenne entdeckt in den Frequenzverhältnissen konsonanter Intervalle die gleichen Verhältnisse wie in pythagoreischen Zahlen, doch diese Zahlen sind nicht Sein, sondern seiend, *in being*. Die Saite zählt nun als Medium, also im Vollzug; das und der experimentelle Moment (Methode und Zeitkritik) konvergieren. Nicht der Verweis auf metahistorisch gültige pythagoreische Traditionen bildet den Anfang von Mersennes

experimentale, Paris (Seghers) 1963

60 Arthur C. Nielsen, Television Audience Research for Great Britain, Chicago (Nielsen Corp.) 1950. Auch dazu Engell 2009: 28f

61 Marin Mersenne, *Harmonie universelle, contenant la théorie et la pratique de la musique*, Paris 1636 (Nachdruck Ausgabe Paris 1636), Bd. 1, xxx

Untersuchung, "sondern die gezielte Einstimmung auf technische Fragen"⁶² - eine theoretische Einstimmung, wie sie von den Vibrationen der Saite buchstäblich *induziert* wird. Damit verschiebt sich die Frage nach der Musik auf das Sonische.

Norbert Wiener betont, wie das mathematische und techno-logische Verfahren der harmonischen Analyse in konkreten physikalischer Herausforderungen und Ermöglicungen, mithin also Hardware gründet: "Even the most abstract ideas of the present time have something of a physical history. [...] The desideratum in mathematical as well as physical work is an attitude which is not indifferent to the extremely instructive nature of actual physical situations, yet which is not dominated by these to the dwarfing and paralyzing of its intellectual originality."⁶³

Erst als technologisch implementierte Mathematik (im Unterschied zum menschlich-denkenden *diagrammatic reasoning*) zeigt sich an ihr etwas im medialen Volzug, wird dadurch evoziert (wie schon das elektromagnetische "Feld" durch mechanische Induktion oder durch Maxwells Gleichungen). Diese Zeitebene ist weder die rein historische noch die rein ahistorische, sondern in einer anderen Zeitwelt - nämlich der des Vollzugs. Die Frage nach dem Verhältnis von Mathematik und Physik ist die der Medienwissenschaft, und Wiener illustriert dies anhand des epistemologischen Interesses an Wellenbewegungen, an Periodizitäten, wie sie seit Pythagoras einerseits an der klingenden Saite, andererseits (mit Platon) an Planetenlaufbahnen festgemacht wird und sich als hörbare oder nur implizit sonische "Musik" manifestiert. Damit zur Bruchstelle zwischen der antiken Harmonik und der neuzeitlichen Analyse: die angezpfte Saite wird als un stetige Bewegung identifiziert. Leibniz und Newton entwickeln in gleichursprünglicher Erkenntnislogik das mathematische Werkzeug zur Analyse in sich zeitvariierender Bewegungen, die Differentialrechnung, fortgesetzt dann durch Euler und d'Alembert. Die Saite "analysiert" in akustisch vernehmbarer Form auch un stetige Pulse und wird damit zum eindimensionalen dynamischen Erkenntnisgegenstand, zu einem medienepistemischen Ding: "A disturbance of any form, at least if it is smooth enough to have a slope, may be transported bodily along a string."⁶⁴ Vibrationanalyse wird dann

62 Sebastian Klotz, Vibration und Vernunft. Zur experimentellen Agenda in Marin Mersennes *Harmonie universelle* (Paris, 1636), in: Helmar Schramm / Ludger Schwarte / Jan Lazardzig (Hg.), *Spektakuläre Experimente. Praktiken der Evidenzproduktion im 17. Jahrhundert*, Berlin / New York (de Gruyter) 2xxx, 279-293 (281)

63 Norbert Wiener, The historical background of harmonic analysis, in: American Mathematical Society Semicentennial Publications Bd. II, Semicentennial Adresses, Amer. Math. Soc., Providence, R. I., 1938, 513-522, hier zitiert nach: ders., *Collected Works with Commentaries*, Bd. II, hg. v. P. Masani, Cambridge, Mass. / London (M. I. T. Press) 1979, darin Seitenzählung 56-68

64 Wiener 1938 / 1979: 58

auf alle möglichen schwingenden Systeme, ob Hitze oder Licht, übertragen (Fourier, Young, Fresnel). Doch im Unterschied zur klingenden Saite wird die Erkenntnis im Fall hochfrequenter Signale unsinnlich: "No one has ever seen an oscillograph of a ray of visible light. The evidence that this light is of a wave character is and can be only such evidence as is applicable to a statistical assemblage of vibrations."⁶⁵ Inzwischen ist die Messung der Schwingungen des sichtbaren Lichts mit Hilfe eines "Attosekunden-Oszilloskops" gelungen; die Meßmedien konkurrieren zeitkritisch mit den ultraschnellen Schwingungen ihrer Objekte.⁶⁶

Stochastik tritt an die Stelle der klassischen Evidenz - eine Loslösung von der altgriechischen Epistemologie, die auf sensibler Augen- und Ohrenzeugenschaft basiert (ein Effekt des Alphabets, gemäß McLuhan). "The ideas of statistical randomness and phenomena of zero probability were current among the physicist and mathematicians in Paris around 1900."⁶⁷

"Bei Geigensaiten und Glöckchentönen, Trommelfellen und Wasseroberflächen, schließlich auch bei Wirbelstürmen und elektromagnetischen Schwingungen gelang es [...] nur mehr partiellen Differentialgleichungen, zahllose bewegte Teile in all ihren Dimensionen zu modellieren"⁶⁸ - womit die schwingende Saite, je nachdem, wie sie etwa gezupft wird, potentiell zum Modellfall für un stetige Prozesse wird. Eine durch das Anzupfen ausgelenkte Saite bildet zunächst ein flaches Dreieck zwischen Saitenenden und Anreißpunkt. Von dessen Scheitelpunkt aus wandern nach dem Loslassen der Saite zwei Wellenzüge jeweils zu den äußeren Stegen und wieder zurück. Ausgehend von den Grundprinzipien der Dynamik modelliert d'Alembert dieses Verhalten in Form von Gleichungen.⁶⁹ Jean-Baptiste d'Alembert analysiert den zeitkritischen Prozeß der Saitenschwingung selbst und fand auf rein mathematischem Wege über die partielle Differentialgleichung ein Modell für die Saitenschwingung - die gerade aufgrund ihrer mathematischen Meisterung dann wiederum technomathematisch synthetisiert, also technisch simuliert werden kann (Analogcomputer, elektroakustischer Synthesizer). Gerade weil die mathematische Analyse der schwingenden Saite die Verallgemeinerung auf beliebige Schwingungssysteme erlaubt, wird sie zum

⁶⁵ Wiener 1938 / 1979: 62

⁶⁶ Pressemitteilung der Max Planck-Gesellschaft vom 27. August 2004; siehe <http://www.mpg.de/bilderBerichteDokumente/dokumentation/pressemitteilungen/2004/pressemitteilung2004082> (Zugriff: 9. Februar 2007)

⁶⁷ Wiener 1938 / 1979: 63

⁶⁸ Friedrich Kittler, Der Mensch, ein betrunkenener Dorfmusikant, in: Renate Lachmann / Stefan Rieger (Hg.), Text und Wissen. Anthropologische und technologische Aspekte, Tübingen 2003, 29-43 (32)

⁶⁹ Dazu Volmar 2003, Kapitel 3.2.1., unter Bezug auf Jean Le Rond d'Alembert, Recherches sur la courbe que forme une corde tendue mise en vibration, Berlin (Memoirs of the Academy of Sciences) 1747

medienepistemischen Ding. Erst nachdem Maxwell das von Faraday entdeckte elektromagnetische Feld mathematisch in den Griff bekommt, führt dies zur Vermutung der Isomorphie mit der Lichtausbreitung, was dann Heinrich Hertz zur ersten drahtlosen Funkübertragung führt.

Das Oszilloskop als elektronische Schwingungsanzeige macht Zeit als den eigentlichen Parameter solcher Vorgänge sinnfällig, als Meßgerät zur Darstellung des zeitlichen Verlaufes einer Spannung. Höchst sinnfällig wird dies im Einsatz als Wehenschreiber in der Geburtsmedizin - hier signifikant kombiniert mit einem Frequenzmesser für den Herzschlag des Neuzugebährenden. Es handelt sich hier um eine Verkreuzung von Schwingung und Takt zweier Subsysteme im Moment ihrer Ausdifferenzierung zu getrennten Systemen.

Die Welt der Signale ist die Welt kleinster zeitlicher Ereignisse. Das Oszilloskop stellt dementsprechend (also "analog") einen Verlaufsgraphen auf dem Schirm der Bildröhre dar, wobei durch eine Sägezahnspannung die horizontale X-Achse (Abszisse) als Zeitachse gebildet wird und die Spannungen auf der vertikalen Y-Achse, der Ordinate, abgebildet werden.⁷⁰ Das so entstehende Bild wird zwar als Oszillogramm bezeichnet, ist aber keine phonetische Schrift mehr, sondern eine Darstellung der Möglichkeitsbedingung aller *phoné* selbst - Schwingungen, Frequenzen.

Das technische "Bild" dieses Klanganalysators ist ein operatives Diagramm. Doch was aussieht wie eine Stillstellung, ein Standphoto des Klangereignisses, ist tatsächlich eine blitzschnelle Signalregeneration.

Im Medientheater handeln die Hauptdarsteller, die technischen Medien, selbst. Legen wir also die Meßelektroden an Hamdo-Gesang (etwa den Lautsprecherausgang des Wire Recorder) und lassen und seine Meßkurven operativ anzeigen - soweit die Welt des Analogen. Digital (und damit vollends unbildlich) wird die Analyse dieses Klangereignisses jedoch, wenn ein oszilloskopischer Vorgang im Computer abgebildet wird. Die Fourier-Transformation überführt alle Schwingungsfolgen aus der Welt der Zeitsignale in den Frequenzraum und macht sie damit abzählbar und verrechenbar, d. h. dem Computer zugänglich - und dies nicht als Überwältigung analoger Signale, sondern (gemäß dem Abtast-Theorem) als verlustfreie Reproduktion analoger Ereignisse im digitalen Raum. Die Unterscheidung zwischen "analog" und "digital" hat wissenschaftsgeschichtlich ihr Recht, gerinnt aber angesichts hochleistungsfähiger Signalverarbeitung zur Metaphysik (Martin Carlé).

Fourier hat Anfang des 19. Jahrhunderts in seiner *Analytischen Theorie der Wärme* nachgewiesen, daß auch unstetige Signale, also auch digitale Impulse, approximativ als Summe von analogen Einzelschwingungen

⁷⁰ <http://de.wikipedia.org/wiki/Oszilloskop>, Zugriff 19. Oktober 2006

aufgefaßt werden kann. Dies ist keine mathematische Fiktion, sondern entspricht dem von Pythagoras erahnten tatsächlichen Schwingungsverhalten der mechanischen Saite. In der digitalen Signalverarbeitung ist die Fourieranalyse ein Standardwerkzeug. Sie wird mit Hilfe der Discrete Fourier Transformation (DFT) algorithmisch berechnet. "Das vorliegende Ausgangssignal wird dabei in den mathematischen Raum der komplexen Zahlen überführt und als Frequenzspektrum mit realem und imaginären Anteil betrachtet und analysiert."⁷¹ Höchst naheliegende Organe der analogen Fourier-Analyse sind das menschliche Ohr (die Basilarmembran) sowie prothetisch die Helmholtz-Resonatoren.

Universale Resonanzen (S.E.T.I.)

Die Fourier Transformation dient technisch dazu, Audiosignale in einzelne Sinus-Schwingungen zu zerlegen und damit als Spektralfrequenzen einsichtig zu machen. Dieses Verfahren läßt sich an der Kultur des VLF-Radioempfangs illustrieren und kommt in der Kommunikation mit Außerirdischen zum Einsatz. *Very Low Frequency* steht für elektromagnetische Längswellen im Bereich unterhalb des vertrauten Langwellen-Rundfunkbands. Im Längswellenbereich finden beispielsweise die klassischen Zeitzeichensender ihren Ort - der Raum der Frequenzen findet somit sein *re-entry* auf der Ebene der medialen Botschaft namens zeitbasierte Prozesse.

Zum Längswellenempfang wird neben speziell für diesen Frequenzbereich ausgelegten Radioempfängern zunehmend der Computer mit integrierter Soundkarte eingesetzt. Mit Soundkarten einer maximalen Samplingrate von 48 kHz lassen sich in Deutschland Längswellensender empfangen (Sender mit Frequenzen über 24 kHz also nicht). Die Signale, welche *qua* Soundkarte mit einer Spule oder Drahtantenne empfangen werden (der dünne Draht zur physikalischen Welt), werden durch eine Software zur Fast Fourier Transformation analysiert und in Form von Spektrogrammen dargestellt.⁷²

Die vom Radioteleskop empfangenen Rohdaten weisen eine zeitliche Veränderung auf und lassen sich von daher einerseits im Oszilloskop als Zeitverlauf fassen, zum Anderen per FFT im Frequenzbereich visualisieren und rechnen.

Auf der Suche nach Signalen außerirdischer Intelligenz überwacht die SETI-Initiative "alle Sendefrequenzen, die mit einiger Wahrscheinlichkeit

71 <http://www.video-4-all.info/glossar/fourier.html>, Zugriff 18. Oktober 2006

72 Siehe Fast Fourier Transformation (FFT) eines SETI-Signals, Screenshot aus: http://www.setigermany.de/SETI_erklaerung/reference/fft.htm; Zugriff 19-10-06

in Frage kommen"⁷³ - womit sich schon die *signal-to-noise ratio* als Problem stellt. Die wachenden Computer "würden bei jedem Verdacht auf künstliche Signale automatisch Alarm schlagen" - weil Computer selbst "künstlich" verfaßt sind, verstehen sie solche Kommunikation besser als Menschen? All dies wird aufgezeichnet, nach dem kontrolltechnisch vertrauten Muster von Datenabgleich (negative und positive Rasterfahndung). Doch "rund 89% aller gespeicherten Besonderheiten sind simples Rauschen" <ebd., 168>. Gerade vor diesem Hintergrund(rauschen) macht die FFT-Analyse Sinn:

Hier geht es nicht um Klänge als Signal, sondern darum zu erkennen, ob es konstanten "Töne" im verrauschten Signal gibt. "Wir hätten also gerne eine Grafik, die auf der horizontalen x-Achse die Frequenz darstellt und auf der vertikalen y-Achse die Signalstärke. Jeder Spike in dieser Darstellung wäre dann ein lautes Signal auf einer bestimmten Frequenz."⁷⁴

Digitale Signalverarbeitung steht einerseits im Zeichen der Fourier-Analyse, andererseits ist sie mit der Praxis des Sampling verbunden. In der Frage, wie das audiovisuelle Erbe des 20. Jahrhunderts im frühen 21. Jahrhundert zu verwalten ist, kommt dies höchst praktisch zum Zug. Die Österreichische Mediathek praktiziert (laut Selbstdarstellung auf ihrer Homepage) die digitale Umwandlung von Audio-Aufzeichnungen auf verschiedensten Trägern "originalgetreu oder elektronisch verbessert". Dieser Ausdruck verrät eine medienontologische Verunsicherung, und dies zurecht, denn Digitalisierung ist nicht nur eine technische Frage, sondern ein AV-Dokument wandelte seinen medialen Seins-Status - und wird damit auch anderen Operationen zugänglich.

"When one copies the content of an Edison cylinder to a CD, is anything important of the content of the subjective listening experience lost?"⁷⁵ Hier wird eine *copyright*-Frage zur techno-logischen Funktion (also Hard- und Software); mit diesem "digitalen" Argument der Mathematisierung lassen sich möglicherweise klassische Copyright-Hemmnisse für das Internet umgehen.

Phonogramm-Archive transferieren solche Aufnahmen gewöhnlich weitgehend störgeräuschbereinigt auf Compact Discs für die Öffentlichkeit, filtert aber im Prozeß der Digitalisierung auf interner, archiv-zugewandter Seite das Rauschen des Tonträgers und -aufnahmegeräts (Wachsylinder und Phonograph) gerade nicht aus -

73 Reinhard Breuer, Schweigt da draußen wer?, in: Geo Nr. 2 v. 6. November 1989, 167-170 (167)

74 http://www.setigermany.de/SETI_erklaerung/reference/fft.htm; Zugriff 19-10-06

75 Ray Edmondson (National Film & Sound Archive, Australia), AV archiving philosophy - the technical dimension, in: papers of the IAMI-IASA Joint Annual Conference, Perugia 1996, no. 8, November 1996, 28-35 (28f)

denn dies ist die eigentlich (medien)"historische" Information. Eine IASA-Vereinbarung zur restauratorischen Ethik in der Konservierung von Schallkonserven sieht vor, das Audiosignal gerade auch in seiner Imperfektion, seiner Schadhaftheit zu bewahren. Das Wiener Phonogrammarchiv an der Österreichischen Akademie der Wissenschaften tastet daher die Signale bei der Digitalisierung in extrem hoher Bitrate ab. Hier entscheidet sich das Sampling-Theorem von Shannon/Nyquist: Um menschliche Ohren zu täuschen, d. h. den Eindruck verlustfreier Signalrekonstruktion im Akt der analog/digital-Umwandlung zu erzeugen, ist eine Abtastrate hinreichend, die das Doppelte der höchsten Frequenz leistet. Das Sampling Theorem aber bezieht sich nicht gezielt auf Hörbares (also den Wahrnehmungsbereich des Menschen), sondern ganz allgemein auf die verlustfreie Reproduzierbarkeit eines bandbegrenzten Signals. Das Archiv im medienarchäologischen Sinn verlangt nach *oversampling*, um auch das Rauschen zu bewahren. Sampling erlaubt eine theoretisch unbegrenzte Erweiterung dieses Spektrums und macht damit die traditionelle Unterscheidung von analogem Signal und Digitalisat obsolet.

In Theorie und Praxis vollziehen Helmholtz-Resonatoren analoge Fourier-Analyse, indem diese Kugeln Klänge, also komplexe Zusammensetzung von Schwingungen, in ihre Einzelschwingungen aufzulösen vermögen, da sie auf je eine Frequenz (identisch mit ihrer Eigenfrequenz) ansprechen. Die Atmosphäre des Planeten Erde kann selbst als riesiger Hohlraumresonator fungieren. Schumann-Resonanzen heißen diejenigen Frequenzen, bei denen die Wellenlänge einer elektromagnetischen Schwingung in dem Hohlleiter zwischen Erdoberfläche und Ionosphäre ein ganzzahliger Teil des Erdumfangs ist. Bei der Anregung mit elektromagnetischen Schwingungen solcher Frequenzen entstehen stehende Wellen, die so genannten Schumannwellen, angeregt aus der weltweiten Gewittertätigkeit. Die Grundwelle liegt bei 7,8 Hz, dazu kommen noch verschiedene Oberwellen zwischen 14 und 45 Hz. Solche Wellen sind von sich aus noch keine Musik, da hier nichts erklingt - aber alles hängt vom Musikbegriff ab. Im Mittelalter galt als die eigentliche Musik jene Sphärenmusik, die für menschliche Ohren gar nicht hörbar war. Heute können solche Resonanzen hörbar *gemacht* werden; Audifikation respektive Sonifikation ist also eine spezifische Form *akustischen Wissens*.⁷⁶

In der Sonifikation des Wetters stellt sich beständig die Turing-Testfrage - denn wer (Mensch) oder was (Apparat) entscheidet, ob es sich bei solchen Geräuschen um hörbare Elektrizität von Gewittern oder um Funksprüche von exobiologischer Intelligenz handelt?

Zuweilen wird das Hörbare erst erkennbar, wenn es visualisiert wird. Das

⁷⁶ Dazu Andi Schoon / Axel Volmar (Hg.), Das geschulte Ohr. Eine Kulturgeschichte der Sonifikation, Bielefeld (transcript) 2012

Phänomen ist den Funksportlern vertraut; ein Buch über *Längstwellenempfang* zeigt "fischförmige Signale"⁷⁷, und den Lauschern von *whistling* sind die sogenannten "noses" vertraut, die sich nicht im Akustischen, sondern erst in der Visualisierung des Akustischen, im Spektrogramm, zu erkennen geben.

Was, wenn das klassische Kommunikationsmodell der Semiotik, also die intentionale Sender/Empfängerbeziehung auf der Grundlage eines gemeinsamen Codes, durch einen nicht-anthropozentrischen bzw. nicht-hermeneutischen Kommunikationsbegriff ersetzt wird, also ein mathematischer, unsemantischer Begriff von *communication* (Shannon), welche Computer besser begreifen denn Menschen? Je unwahrscheinlicher Post aus fernen Welten ist, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, daß hier die Medien ihr buntes Eigenleben entfalten.⁷⁸ Ganz unmathematisch und intuitiv wissen es schon die Amateurfunker, die "DXer", deren Akronym sich aus den Variablen "D"istanz und "X" für Unbekannt zusammensetzt - der Begriff für den Empfang und die Suche nach Sendern, von dem der Ort und die genaue Nennung zunächst unbekannt ist.

Das Search for Extraterrestrial Intelligence Projekt ist am Jet Propulsion Laboratory in Pasadena, Kalifornien, angesiedelt, auf der gezielten Suche nach künstlichen Funksignalen aus dem Raum außerhalb unseres Sonnensystems. Am Ames-Forschungszentrum der NASA in Nord-Kalifornien werden Sterne mit Radioteleskopen abgehört, die bis zu 100 Lichtjahre von der Erde entfernt liegen.

Es pulsiert wirklich im Weltall: Pulsare sind schnell rotierende Neutronensterne, die bei jeder Umdrehung einen scharf gebündelten Radio- oder Lichtblitz aussenden. Quasar wiederum (ein Akronym für "quasistellare Radioquelle"), sind mit rätselhaft hoher Strahlkraft die am weitesten entfernten Objekte des Universums.

Kosmische Hintergrundstrahlung im Mikrowellenbereich, gleichmäßig verteilt, ist die noch heute feststellbare schwache Reststrahlung des Urknalls, wie sie von den aktuellen Nobel-Preisträgern für Physik durch einen komplizierten Meßmedienaufbau nachgewiesen wurde.

Das irdische Gegenstück dazu ist unter dem Codenamen Echelon vertraut, der von der US-amerikanischen National Security Agency eingesetzte Apparat, der aus allen Formen weltweiter elektronischer Kommunikation verdächtige Begriffe, Namen und Nummern sortiert und so aus dem Weltlärm Information zu machen sucht - tatsächlich aber vor

⁷⁷ Harald Lutz, *Längstwellenempfang mit dem PC*, Marburg (beam) 2004, 33 (Bild 35)

⁷⁸ Frei formuliert nach: Claus Pias, Kontakt. Über die Kommunikation mit Außerirdischen, Vortrag an der Kunsthochschule Berlin-Weißensee (KHB), 29. Juni 2004, *abstract*

allem Wirtschaftsspionage und sogenannte Anti-Terror-Erkennung im Sinne der USA praktiziert. S.E.T.I. ist demgegenüber "Control space" in Potenz (in Anlehnung an die vergangene Ausstellung und den voluminösen Katalog [CTRL] Space am ZKM in Karlsruhe), die welt(raum)weite Ausdehnung aller staatlichen Überwachungsphantasien. Botschaft oder Rauschen (Foucault)? Die wachenden Computer sollen bei jedem Verdacht auf künstliche Signale automatisch Alarm schlagen, und dies ist gerade deshalb möglich, weil Computer selbst "künstlich" verfaßt sind, also für künstliche Signale das bessere (medienarchäologische) Ohr haben, konkret: In Echtzeit werden durch digitale Mustererkennung alle *vetrauten* Störgeräusche ausgefiltert (als Teil der Mustererkennungskette). Alles wird aufgezeichnet - die Bedingung von Datenabgleich. Rund 89% aller gespeicherten Besonderheiten sind dabei simples Rauschen. Der Physiker Freeman Dyson von der Princeton University sagt es: "SETI braucht kein teures Superauge aus Hunderten von Radio-Teleskopen. Was gebraucht wird, sind gute Computer" <ebd., 170>; damit löst sich die "Beobachtung" des Weltraums endgültig von den medientechnischen Erweiterungen menschlicher Augen durch Teleskope (jenseits des Hundertäugigen Argus in der altgriechischen Mythologie). "Wahrscheinlich werden wir nur ein Wellenmuster empfangen, das schwer zu interpretieren sein wird", ergänzt Dyson. Längst schauen wir nicht mehr nur teleskopisch ins All, womit Galilio Galilei einst eine neue Epoche vermittelter Wahrnehmung begründete (*Sidereus Nuntius*, 1610), sondern erhorchen es: Radio.

Auf Schallplatte existiert *Projekt S.E.T.I.. Signale aus dem All*, ein Hörspiel von P. Bars.⁷⁹ Unsere Hoffnung, damit Botschaften von Außerirdischen zu lauschen, scheiterte zunächst daran, daß sich kein klassischer Schallplattenspieler mehr finden ließ, und so spielen wir die Platte auf einem mechanischen, handgekurbelten Grammophon ab. Unversehens wird aus den erwarteten Signalen von Außerirdischen hier die Botschaft eines Mediums der Vergangenheit - nämlich das Kratzen des Grammophons - zwei Formen von Ferne. Mit dem schnellen Vergehen neuer Medientechnologien werden Signale aus der Vergangenheit bald so unverständlich sein wie die aus den Tiefen des Weltalls.

Als Ersatz für die Enttäuschung des Hörspiels, welches die wahrhaft *hermeneutische* Herausforderungen des Signal-Rausch-Abstands (Hermes selbst vermittelt in der altgriechischen Mythologie als Götterbote zwischen Himmel und Erde - ein Signalträger) durch eine plumpe Erzählung entschärft, lauschen wir noch einmal den *spherics*. Elektrotechnische Medien stehen dem Wesen der Quasare hörbar näher als es ein mechanisches Medium oder ein menschliches Organ je vermag.

79 maritim Langspielplatten (Gruner + Jahr, . Hamburg); Herstellung: Sonopress, Mohn OHG (Gütersloh) LC 2525, auch als Stereo 47 650 NW

Über die Vermessung von Gravitationswellen (von der unter dem schönen Titel *Warten auf die Welle* hat passenderweise der Deutschlandfunk am 26. November 2006 berichtet. Albert Einstein deutete Verzerrungen im Raum-Zeit-Gefüge durch Gravitation; bildhaft imaginierbar ist dies in Form einer Kugel, die sich in eine flexible Membran drückt (eine Raum-Zeit-Membran), zu deren Verformung führt und zugleich damit kleinste Wellen auslöst, die abstrahlen. Alles, was Welle ist, läßt sich prinzipiell messen - eben so, wie die frühe Radioastronomie Phänomene nachwies, die mit optischen Teleskopen bislang nie vermutet worden waren (Pulsare, Quasare). Die Detektoren von entfernten Gravitationswellen sind Meßlineale aus Laserstrahlen von mehreren hundert Metern Länge (etwa GEO 650 in Hannover) bis zum kilometerlangen Detektor in Livingston (USA). Das Gravitationswelleninterferometer ist ein optisches Präzisionsmeßgerät, um kleinste Abweichungen zwischen zwei Signalen (die dann eventuell auf eine Gravitationswelle schließen lassen) noch feststellen zu können: Abweichung in der Größenordnung etwa eines Tausendstels der Größe eines Atomkerns; der optische Meßaufbau von Michelson / Morley zum - vergeblichen - Nachweis von Ätherwinden war demgegenüber harmlos. Die zu diesem Zweck aufgespannten Laser in Hochvakuumräumen strahlen in völliger Stille; gegen eventuell die Messung verfälschende Erschütterungen (etwa das Baumfällen im angrenzenden Wald) dient eine Hydraulik, die solche Abweichungen vom Gleichgewicht in computierter Echtzeit korrigiert - klassisches (negatives) Feedback.

Alle möglichen Signale werden empfangen, die fast sämtlich schon intensiver sind als die gesuchten Signale von Gravitationswellen. Daher die digitale Durchmusterung und die automatische Ausfilterung der vertrauten Signale durch Mustererkennung. Eine Befreiung solcher Meßmöglichkeiten bedeutet es, wenn nicht mehr Laser-Lineale auf der Erde aufgespannt werden, sondern Satelliten im Weltall verortet werden (Projekt LISA), zwischen denen Laserstrahlen (-signale) gesendet werden, über Millionen von Kilometern. Die reagieren zwar auf andere Frequenzen, sind aber befreit von irdischen Irritationen - eine Art trigonometrisches Meßinstrument, das sich in eine mediale Konfiguration auflöst.

Aber Wahrscheinlichkeitswellen lassen sich nicht messen. Medienwissenschaft achten von daher auf die *konstitutive* Rolle von Meßmedien im Wissens- und Erkenntnisprozeß. "Wirklich ist, was sich messen läßt", sagt Max Planck; Daten kommen zur Existenz nur im Akt der Messung - sei es im physiologischen Sinn (die Sinneswahrnehmung der Lebewesen, die erstaunlicherweise ebenfalls in diskreten Frequenzen operiert), oder durch Meßapparate. Hat nur Heisenberg "die nackte Realität" gesehen - gerade weil er sie nicht *sah*, aufgrund der inhärenten Grenze des *theoría*-Begriffs in der Quantenphysik? "Keine Aufzeichnung, keine Messung. Nur jene Interaktionen in der Natur, die permanente Spuren (Aufzeichnungen) hinterlassen, zählen" - buchstäblich - "als

Messungen. [...] Nur aufzeichnende Geräte haben die Macht, vielwertige Möglichkeiten in einwertige Tatsachen zu verwandeln."⁸⁰

SCHWINGUNGSFORSCHUNG

Eine Differenz an der Zeit: Licht un/gleich Schall

Erst allmählich wurde Licht im abendländischen Wissen als etwas faßbar, das nicht unmittelbar ist (ontisch wie Sonnenschein), sondern eine zeitliche Erstreckung, Geschwindigkeit hat. In der Antike wurde vor allem Akustik als Funktion von Laufzeiten entdeckt und durchdacht, da sich Ohren die Zeitlichkeit von Klang unmittelbar entbirgt, wohingegen Augen Licht nur als scheinbare Unmittelbarkeit, als pure Präsenz, als reines Scheinen sonnenhaft hinnehmen. Zeigt sich Zeus im Blitz, folgt der Donner erst zeitverzogen, oder frei nach Thomas Pynchons *Gravity's Rainbow* formuliert: Hört man die V2-Rakete in London sich nähern, ist sie schon eingeschlagen.

Anhand seiner Diskussion der Tonwahrnehmung bezweifelt Aristoteles, "dass es eine Zeit gibt, die nicht wahrgenommen werden kann und die wir nicht merken"⁸¹. So grundsätzlich ist der Unterschied, den späterhin das meßtechnische Gehör setzt und an der mikrotemporalen Zeitwahrnehmung das Δt offenbart. Das Hörbare berührt den existentiellen Sinn gerade deshalb, weil er in einer privilegierten Weise dessen Seins- als Zeitweise teilt. Hermann von Helmholtz identifiziert den bewußt noch merklichen Unterschied zweier Lichtblitze mit 1/10 Sek.⁸², und Karl Ernst von Baer definiert "geistiges Leben" überhaupt als das "Bewußtsein der Veränderungen in unserem Vorstellungsvermögen", quasi kine(ma)tisch: "So haben wir in der Sekunde durchschnittlich etwa sechs Lebensmomente, höchstens zehn."⁸³ Von Baer korreliert Lebenszeit und Taktung der Wahrnehmung, so daß eine Stauchung des Menschenlebens auf 29 Tage eine Vertausendfachung der Taktung der

80 Nick Herbert, Werner alone has looked on reality bare. Proposal for a really new "New Physics", dt. u. engl. in: Gottfried Hattinger u. a. (Hg.), *Ars Electronica* 1990, Bd. II: Virtuelle Welten, Linz 1990, 39-49 (42)

81 Aristoteles, Über die Wahrnehmung und die Gegenstände der Wahrnehmung, in: ders., *Kleine naturwissenschaftliche Schriften*, Stuttgart (Reclam) 1997, 82. Dazu Martin Carlé, *Zeit des Mediums. Die Genese des Medienbegriffs im griechischen Denken*, in: Ana Ofak (Hg.), *Medien vor den Medien*, München (Fink) 2007, 31-59 (53)

82 Hermann Helmholtz, Über die Methoden kleinste Zeittheile zu messen und ihre Anwendung für physiologische Zwecke, *Königsberger naturwissenschaftliche Unterhaltungen* 2 (1851), 169-189. Dazu Bernhard Siegert, *Das Leben zählt nicht. Natur- und Geisteswissenschaften bei Dilethey aus medienschichtlicher Sicht*, in: Claus Pias (Hg.), *Medien. Dreizehn Vorträge zur Medienkultur*, Weimar 1999, 161-182 (bes. 174ff)

83 Karl Ernst von Baer, *Schriften*, Stuttgart 1907, 141

Nervenlaufzeit hervorrufen würde; Menschen würden die Perioden der Sterne zwar nicht mehr wahrnehmen, weil sich diese dann überzeitkritisch den Sinnen entziehen, doch dafür erlaubt dies die ruhige Beobachtung einer vorbeifliegenden Gewehrku­gel. Dieser Gedanken läßt sich nicht nur in Hinblick auf die Chrono- und Momentphotographie (Étienne-Jules Marey, Eadweard Muybridge, Ernst Mach) weiter, sondern darüber hinaus ins Reich der elektromagnetischen Wellen fortdenken: "Würde unser Leben auf den millionsten Teil seiner tatsächlichen Dauer verkürzt, würde unser Hörvermögen erst weit oberhalb unserer jetzigen Wahrnehmungsschwelle beginnen. Wir würden das Licht hören, wenn nicht unseren Ohren in dem Chaos hochfrequenter Schwingungen, in das sie getaucht wären, alles Hören vergehen würde. Und: wir könnten endlich Radio hören."⁸⁴

Medientheoretisch interessiert das Spiel zwischen optischen und akustischen Begriffen, bis hin zu den "Laserresonatoren". In optischen Resonatoren resoniert es, ohne daß ein Ton zu hören ist; beide Phänomene fallen unter den Oberbegriff von Schwingungsverfahren. Der optische Resonator entbirgt, "daß eine ganze Klasse von Wellen existiert, die an beiden Enden dieses erstaunlichen Wellenleiters praktisch vollständig reflektiert wird und zwischen seinen 'Wänden', d. h. den Spiegeln, ein System stehender Wellen erzeugt"⁸⁵ - die musikalisch vertraute Schwebung.

Mit stehenden Wellen ist Rundfunk angesprochen, der medienarchäologisch (also im analytischen Sinne) zunächst gerade nicht Sprache und Musik, sondern Funkwellen zur drahtlosen Telegraphie meint, vor allem die *radio telegraphy* im Schiffsfunk nach 1900. Radio wurde dementsprechend wortwörtlich verstanden, um die physikalischen Eigenschaften elektromagnetischer Felder zu betonen: "die Radialwirkung der Wellen, das heißt ihre gleichmäßige Ausbreitung nach allen Seiten"⁸⁶. Die ersten Radiosendungen waren keine Hörspiele und symphonischen Konzerte, sondern die Zeitzeichenssendungen von ortsfesten Stationen für nautische Positionsbestimmungen; die Natur des Funkens wird zur Botschaft diskreter Zeit.

Die sonische Oszillation als epistemisches Objekt

Medienepistemologisch entscheidend ist der Moment, wo die Selbstaufzeichnung von Signalfüssen an die Stelle symbolischer Notation

84 Siegert 1999: 177, unter Verweis auf Theorien, die den Menschen zum Subjekt eines in der Wahrnehmung begrenzten Frequenzband machen: etwa Robert Hooke, *Lectures of Light, explicating its Nature, Properties, and Effects*, in: ders., *The Posthumous Works*, London 1705, 134 f.

85 Radunskaja 1974: 189

86 Oskar Blumtritt, *Nachrichtentechnik. Sender, Empfänger, Übertragung, Vermittlung*, 2. erw. Aufl. München (Deutsches Museum) 1997, 79

tritt; erstaunt hat Ernst Florenz Friedrich Chladni in seinen *Entdeckungen über die Theorie des Klanges* 1787 bekanntgemacht, daß das Streichen eines Geigenbogens oder der Kontakt mit einer Stimmgabel den Sand auf einer dünnen Glasplatte zur Formation geometrischer Wellenmuster anregte. Angeregt dazu wurde Chladni durch Georg Christoph Lichtenberg, der anhand von harmonisch geordneten Staubfiguren das elektromagnetische Feld sich visualisieren sah. Was im 19. Jahrhundert zum Credo der makrophysikalischen Geschichtsschreibung Leopold von Rankes wurde ("Natur im Selbstdruck", so spöttisch Grillparzer), entpuppt sich als Modellierung nach einem medienarchäologischen Vorgang auf mikrophysikalischer Ebene: "Man zwingt eigentlich den Schall dazu sich selbst abzu**drucken** - zu chiffrieren - und auf eine Kupfertafel zu bringen" (Novalis). Noch aber klebt selbst die Physik am Gutenberg-Zeitalter, denn Wilhelm Ritter schreibt: "Jeder Ton hat somit seinen *Buchstaben* [...] bei sich."⁸⁷ Ergebnis von Chladnis Experimenten ist keine weitere Musiklehre, nicht einmal Klang, sondern die schiere *Akustik*: Unter diesem Titel publiziert Chladni seine Schwingungslehre (Leipzig 1802). Die medienepistemologische Diskontinuität liegt in dem Moment, wo solche Evidenzen nicht mehr primär audio-visuell (also ästhetisch), sondern mathematisch begriffen werden.

In der Spätscholastik weist Nicole Oresme in seiner Analyse der Nahtstelle von Mathematik und Natur auf "mathematica media" (*Quaestiones super geometriam Euclidis*).⁸⁸ Bei Oresme findet sich (*arché* hier zeitlich wie epistemologisch gesehen) "erstmal" das Indiz für eine bewußte Quantifizierung, also Digitalisierung musik-zeitlicher Vorgänge; die "Abstraktion einer zeitlich-sukzessiven Qualität als geometrische und somit statische Figur"⁸⁹. Sehr unantik war es, als Nicole von Orême am Objekt des Klangs, des *sonus*, nicht schlicht Geschwindigkeit, sondern auch Beschleunigung meß- und aufschreibbar zu machen suchte; ein als Marginalie seiner Abhandlung figurierendes Diagramm einer Teilung der Bewegung in Intervalle, welche den Grad der Beschleunigung numerisierbar macht, zeugt davon.

Athanasius Kirchers differenziert in seiner Bauanleitung eines Schalltrichters später ein *medium physicum* und ein *medium mathematicum*. Seine *Musurgia Universalis* wäre nicht ohne seine ebenso technische wie symbolverarbeitende Medienerfahrung denkbar gewesen.⁹⁰ Newton, Huygens und schließlich Euler propagierten die

87 Novalis, Enzyklopädie VI, Abt. 1, 1277; das Zitat Ritters aus: Hans Jenny, *Kymatik. Wellen und Schwingungen mit ihrer Struktur und Dynamik*, Basel 1967

88 Zitiert nach: 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, 61

89 Taschow 2003: 87

90 Stefan Hoffmann, *Geschichte des Medienbegriffs*, Hamburg (Meiner) 2002,

Wellennatur von Licht und Ton, was selbst Kant zu einer Stellungnahme zwang. Der entscheidende Faktor zur medientechnischen Implementierbarkeit dieser Erkenntnis einer auf Schwingungen beruhenden Welt (mehr Klang denn Bild) aber trägt den Namen Jean Baptiste Joseph Fourier. Fourier begnügt sich nicht wie sein Namensvetter Charles Fourier sozialutopisch mit der kombinatorischen Ordnung aus symbolischen Elementen (das Erbe der vorherigen Epoche), sondern bemüht mathematische Trigonometrie, um am Beispiel der Ausbreitung der Wärme 1807 vor der Pariser Akademie der Wissenschaften darzulegen, daß jede willkürliche Funktion in eine Reihe analoger harmonischer Sinusschwingungen aufgelöst werden kann. Bernhard Riemann entwickelt in seiner Habilitationsschrift den streng mathematischen Beweis für Fouriers praktizierter Theorie⁹¹; selbst eine Rechteckwelle ist demnach in (unendlich viele) Sinusfunktionen auflösbar - ein infinitesimaler Limeswert des Analogen zum Digitalen.⁹²

Es kommt also zum epistemologischen Bruch mit dem atomistischen Modell der Antike. Hans Christian Oersted schreibt im Zusammenhang mit seiner Erforschung der Relation von Elektrizität und magnetischen Feldern an Ritter, daß alles Veränderliche analytisch betrachtet auf analogen Schwingungen basiert. Antwortet Ritter: "Aller Sinnesempfindung liegt Oscillation zum Grunde"⁹³, und dieser Frequenzraum ist eine genuine Zeitschrift. Die neuzeitliche Sensibilität für Schwingungen als unmittelbare Vorgeschichte der medientechnischen Gegenwart kann nicht aus der starren symbolischen Ordnung von Buchstaben, sondern vielmehr aus dem Pendel oder der Waaghemmung der spätmittelalterlichen Räderuhr abgeleitet werden, welche die diskrete Zeit durch periodische Schwingungen ins Werk setzt. Damit wird eine spezifische Zeitweisen entborgen, die nicht mehr exklusiv auf eine buchstäblichen Notation namens Historiographie angewiesen ist, um zu erscheinen.

Das Vorwort von Fouriers *Analytischer Theorie der Wärme* (Deutschsprachige Ausgabe Berlin 1884) weist am Rande darauf hin, daß die als eine mathematische Maschine diagrammatisch betriebene und später nach ihm selbst benannte Analyse nicht nur thermodynamische Prozesse, sondern auch die "Vibration tönender Körper und Oszillation von Flüssigkeiten" zu beschreiben vermag. Hier schreibt sich (sowohl historiographisch wie oszillographisch) ein epistemologisches Moment fort, daß durch solche mathematische Transformation in technische Medien gesetzt werden wird, und dies als zeitkritische Operation. Gilles Deleuze zufolge ist dies ein Erbe der "operativen Funktion" des Barock: das Modell des dynamischen (und nicht statisch-ornamentalen)

64ff

91 Ueber die Darstellbarkeit einer Function durch eine trigonometrische Reihe, Braunschweig 1867

92 Dazu Siegert 2003: 242 ff.

93 Dazu Siegert 2003: 299 f.

Faltenwurfs. Reizungen der Materie lösen in Leibniz' Vorstellung "Schwingungen oder Oszillationen" aus, welche als Bewegungen in Töne übersetzt werden können.⁹⁴ Wo die mathematische Analyse in technische Synthese umschlägt und mithin die vormalige Mathematisierung der Mechanik in die Mechanisierung der Mathematik (Alan Turings Entwurf eines Rechners von 1936/37), kommt die Materialität von Theorie zum Zug - bis hin zum *Vocoder* als elektrotechnischer Erzeugung menschlicher Stimme. Dazwischen steht die von Charles Cagniard de la Tour realisierte technische *Sirene*, welche die Tatsache, daß instrumenteller Klang auf der regelmäßigen Folge vervielfachter Stöße beruht, in eine pneumatische Apparatur übersetzte.⁹⁵ Was für ihn (wie für das Nachfolgemodell, die Helmholtzsche Doppelsirene) noch ein Klangmeßinstrument ist, schlägt später um in ein darstellendes Medium, ein Massenmedium, "Medium" im umgangssprachlichen Sinne. Zunächst aber läßt auch Claude Felix Seytre 1841 seine Drehlochscheibe als Tonspeicher für mechanische Klaviere mit pneumatischer Abtastung patentieren. Das 18. Jahrhundert (Jacques Droz) kannte Singvogeldosen, in denen Kurvenscheiben den Luftstrom zum erwünschten Ton modulierten. Wie für Kolbenflöten gilt, daß erst die Unterbrechung, also Diskretisierung des Luftstroms das Spielen von Melodien aus klaren Einzeltönen statt stetigem Jaulen ermöglicht.⁹⁶ Hier liegt der Bezug zum Vokalalphabet, das als Diskretisierung des phonetischen Lautstroms eine Technik zur Tonspeicherung wurde.

Das Kriterium für de la Tours Namensgebung ist ein innerklanglichen: unter Wasser ("immérgé dans ce fluide") erscheint ihm der durch die Lochscheibe gepreßte Klang näher an der vom Orgeldispositiv vertrauten *vox humana* - und das ganz ohne resonnierenden Klangkörper. Wenn ein Klang aber genuin von einem technischen Medium generiert wird, löst er sich von menschlichen Organen - ein epistemologischer Bruch mit den "prothetischen" Medientheorien Ernst Kapps. Die technische Sirene wurde originär als epistemisches Ding (im Sinne Rheinbergers) konzipiert, als Technologie zum Zweck analytischer Erkenntnis⁹⁷, und damit verdinglichte Medientheorie, die sich löst von der philosophischen Spekulation und zur Praxis der Medien selbst wird, medienaktiv. Das

94 G. W. Leibniz, Neue Abhandlungen über den menschlichen Verstand II, Kap. 12, § 1 (Philosophische Schriften, Darmstadt (Wiss. Buchgesellschaft) 1985-1992, Bd. III/1, 181). Dazu Gilles Deleuze, Die Falte. Leibniz und der Barock [OF 1988], Frankfurt / M. (Suhrkamp) 1995, 11ff

95 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 Bd. 12 (1819), 167ff

96 Dazu Siegfried Wendel, Das mechanische Musikkabinett, Dortmund (Harenberg) 1983, 79 u. 102

97 Dazu Philipp von Hilgers, Loslösung des Klangs vom Körper, in: Bernhard Dotzler / Henning Schmidgen / Cornelia Weber (Hg.), Parasiten und Sirenen (ZwischenRäume Nr. 6), als Preprint *online*
<http://vlp.mpiwg-berlin.mpg.de/exp/archiv/zwischenraeume6.html>

Gerät ist mit einem Zählwerk versehen, um die Umdrehungsfrequenz zu messen: eine numerische Diskretisierung des Zeitmoments, um somit den künstlich erzeugten Klang mit externen Klängen verrechnen, also messen zu können.

Der Status von Medien der Messung aber hat sich gewandelt; aus Medienpositivismus ist Medientheorie geworden. Im Quantencomputer wird der vermessende Blick, jene Operativierung von *theoría*, selbst aktiv: "Grundbaustein eines Quantencomputers ist eine physikalische Situation, die bei Messung genau eines von zwei Ergebnissen produziert"⁹⁸, als Null und Eins binär deutbar. Die Beobachtung rechnet selbst: Medientheorie wird medienaktiv. Der Unterschied zum klassischen binären Rechner ist der, daß dort ein Bit immer definitiv in einem oder anderen Zustand ist, ein Qbit dagegen mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit in 0 bzw. 1. "Nur durch eine Messung können wir den Zustand erfahren, der dann aber unwiederbringlich verändert wurde" (ebd.). Mit der Numerisierbarkeit aber werden Elektronen digital verrechenbar. Das Charge Coupled Device (CCD) der digitalen Photographie betreibt nicht den Vorgang des Herausschlagens von Elektronen durch Photonen, sondern den schaltungstechnisch hochgetakteten Transport der einzelnen "Elektroneneimer" an den Rand des Chip. Das „Digitale“ geschieht also "dort, wo der ganze Quantenmechanismus bereits ‚gelaufen‘ ist."⁹⁹

Die technische Sirene zerlegt Schwingungsvorgänge in diskrete, unmittelbar auftretende Impulse: *sampling*. Als technoakustische Praxis wird damit medientheoretisch erneut die Grundsatzfrage aufgeworfen, inwiefern die Natur selbst im Prinzip aus kontinuierlichen oder diskreten Prozessen besteht (Gottfried Wilhelm Leibniz *versus* Leonard Euler). Doch gilt diese Vermutung erst auf der mathematischen Analyse- und technischen Meßebene, ist also ein direkter medientheoretischer Effekt der Beobachtung.

Auf dieser Ebene trennt sich Medientheorie von der Historischen Anthropologie und der allumfassenden Kulturwissenschaft. Immanuel Kant hat konstatiert, daß „Ort und Zeitumstände“ vorübergehende Veränderungen im menschlichen Wesen bewirken können, und damit die Anthropologie historisiert; Medienwissenschaft erforscht, inwieweit diese

98 Ehrhard Behrends, Wie rechnen Quanten? Die neue Welt der Quantencomputer, in: Martin Aigner / Ehrhard Behrends (Hg.), Alles Mathematik. Von Pythagoras zum CD-Player, 2. erw. Auf. Freie Universität Berlin 2002, 177-188 (183)

99 Wolfgang Hagen, Die Entropie der Fotografie. Skizzen zur einer Genealogie der digital-elektronischen Bildaufzeichnung, in: Herta Wolf (Hg.), Paradigma Fotografie. Fotokritik am Ende des fotografischen Zeitalters, Bd. 1, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 2002, 195-235; hier zitiert nach der *online*-Fassung: <http://www.whagen.de/get.php?page=vortraege/EntropieDerFotografie/edf.htm>

allgemeinen Orts- und Zeitumstände als Effekte von jeweiligen Medientechniken präzisiert werden können. Der Menschen als „das noch nicht festgestellte Thier“ (Friedrich Nietzsche) wird erst durch die Sprache definiert, und nicht erst Walter Benjamin, sondern schon der Sprachforscher Lazarus Geiger hat 1871 die Frage gestellt: „Hat das menschliche Empfinden, hat die Sinneswahrnehmung eine Geschichte?“

Als ein entscheidendes Agens für die Aufrüstung der menschlichen Sinne kommt mit Photographie, Grammophon und Film, später mit Radio und Fernsehen das technische Dispositiv ins Spiel; im 19. Jahrhundert sind Meßapparate zudem selbst Subjekte dieser physiologischen Einsicht. Wenn Theorie die zur Erkenntnis reflektierte Einsicht meint, sind solche Apparaturen selbst theoriegebend, buchstäblich medientheoretisch - Theorie, die in technischen Medien gründet, dies ist eine spezielle Variante von Medientheorie. Es waren Feinmechaniker, die Helmholtz' ton(an)gebende Apparatur konstruierten. Daß Klang eine Funktion von Schwingungen im Medium der Luft ist, war seit der Antike reflektiert worden. Die genaue Zahl der Schwingungen jedoch zu bestimmen, die hörbare Töne hervorbringt, bedurfte selbst eines technischen Meßmediums. In dem Moment, wo ein Artefakt in Kombination mit einem logischen Kalkül die natürlichen physikalischen Medien zu modellieren erlaubt, setzt der medienwissenschaftliche Begriff ein. Helmholtz beschreibt die medienarchäologische Ebene in seiner *Lehre von den Tonempfindungen* ausdrücklich *als Grundlage für die Theorie der Musik* 1863: "Die mathematische Theorie und mannigfaltige Versuche mussten sich zu dem Ende gegenseitig zu Hilfe kommen"; menschliche Sinneskanäle werden nicht mehr - wie in der Zeit des mechanistischen Weltbilds - durch Apparate imitiert, welche den menschlichen Sinnesorganen selbst nachgebaut sind, sondern nach eigenen mathematischen und experimentalphysikalischen Methoden konstruiert; audiovisuelle Medien werden zu Artefakten nach eigenem Recht. Helmholtz nennt nicht von ungefähr die "sogenannte Sirene" als Toninstrument, "welches durch seine Construction es möglich macht, die Zahl der Luftschwingungen, die den Ton hervorgebracht haben, direct zu bestimmen"¹⁰⁰ - kein frauenähnliches Wesen mehr, sondern eine dünne Scheibe aus Blech, welche schnell rotiert werden kann, so daß durch die in gleichen Abständen eingestanzten Löcher gepreßte Luft je nach Umdrehungsgeschwindigkeit verschiedene Tonhöhen erzeugt:

Auch hierfür gilt: erst im Vollzug wird es zum Medium, das Töne wirklich hervorbringt, und eine digitale Animation vermag zwar die Tonfrequenzen zu simulieren, nicht aber den physikalischen Vorgang ihrer pneumatischen Erzeugung.

Solchen Konfigurationen gesellen sich Experimente zur Synchronisation mit Pendel und Stimmgabel hinzu; der Stimmgabelchronograph zu

100 Helmholtz 1863: 21

Meßzwecken und der Stimmgabelunterbrecher zur Tonerzeugung sind eine frühe Form des Oszillators, wie er dann später als Röhrengenerator und in der Kippschaltung von Eccles-Jordan fortgeschrieben wird.

Doch nicht nur, daß technische Stimmerzeugung sich vom Vorbild körperlicher Organe löst und eine apparative Welt nach eigenem Recht erschafft; die anthropomorphe Metaphorik kippt damit um in einen technifizierten Begriff menschlicher Sinnesorgane. Nach Maßgabe Fouriers definiert Helmholtz, daß im menschlichen Gehörgang jede Schwingungsbewegung der Luft, "welche einem musikalischen Klang entspricht", als die Summe von Einzelschwingungen (den Teiltönen) dargestellt werden kann¹⁰¹, identisch mit jener apparativen Anordnung, die unter dem Begriff Stimmgabel-Resonator als elektromagnetisch induzierte Schwingungen die Mischverhältnisse der Einzeltöne zum Klang nachzustellen vermag und die bisherigen Experimente mit den Kehlköpfen von Leichen ersetzt (von Frankenstein zum technischen Medium). Der Anteil von Partialtönen für Vokale war damit meßbar geworden, und damit die kleinste Einheit des altgriechischen Vokalalphabets analytisch (als technische Zergliederung) unterlaufen. Helmholtz geht einen Schritt weiter, indem er Georg Simon Ohms These übernimmt, daß das Ohr komplexe musikalische Klänge in ihre Grundschwingungen zerlegt. Diese medientechnische Ebene des Zustandekommens von ästhetischen Ereignissen ist zur einen Seite hin eine Frage der Physik, zur anderen eine der ästhetischen Begriffe - genau dies ist Helmholtz' Untersuchungsinteresse. Musikalische Empfindung wird damit medientheoretisch anschreibbar, auch wenn die Ausdifferenzierung der Gestalten des Musikalischen damit noch nicht mehr hinreichend bestimmt werden kann - Grenzen der Medientheorie zur Neuroinformatik. Helmholtz beschreibt die Arbeit des Ohrs als umgekehrten Stimmgabel-Resonator: Indem es mitschwingt, zerlegt es die Schwingungen eines Klangs und praktiziert Fourieranalyse in Echtzeit - eine operative Form der Analyse, die im Meßakt zugleich das Ereignis schafft, Kennzeichen technischer Analyse. Wo der Mensch selbst mit den physikalischen Phänomenen mitschwingt, wird aus der mechanischen Ursache-Wirkung ein Analogrechner, eine Bewußtseinsmaschinerie. Damit wird ästhetische Empfindung nachrichtentechnisch (und mit Claude Shannon später auch als mathematische Theorie der Kommunikation) formulierbar.

Sinnesphysiologie des Akustischen

Des Philosophen Friedrich Nietzsches Wendung der Ästhetik zugunsten der Sinnesphysiologie trägt einen medientechnischen Index (als medienarchäologische Variante von Walter Benjamins Begriff des "historischen Index"), die untrügliche Spur einer medientechnischen

101 Helmholtz 1863/1913: 56

Bedingung. Während das Vokalalphabet nur in Kopplung an menschliche Dekodierer wieder in Stimme verwandelt werden kann, setzt der Phonograph ein Stimmgedächtnis nach genuin medientechnischem Recht. Raum-zeitlich entbunden sind nämlich technisch aufgezeichnete Schallereignisse nicht nur auf Seiten der Aufnahme, sondern auch der Wiedergabe; Vergangenheit und Aktualität stehen hier in einem reversibeln, zeitinvarianten Verhältnis. Als die UNESCO 1976 ein großangelegtes Projekt unter dem Titel *Tönende Umwelt* ins Werk setzte, fragte der Historiker David Lowenthal (bekannt durch sein Buch *The Past is a Foreign Country*): "Auf der Suche nach den verlorenen Tönen. Können die Tonlandschaften unserer Vorfahren rekonstruiert werden?"¹⁰², also nach einer Archäologie des Akustischen. Die Antwort darauf kann nur eine akustische Medienarchäologie sein, wie sie in einem Format nichtakademischer Medientheorie, nämlich in fiktionaler Literatur, längst angedacht worden ist. Der "Lügen"baron von Münchhausen berichtet von einem Jägerhorn, dessen Töne bei Winterbeginn einfrieren und erst im folgenden Frühjahr wieder aufgetaut und damit zu vernehmen sind: Akustik im Zeitverzug, mit einem Speicher als *zeitaufhebendem* Kanal (im Doppelsinn Hegels und Shannons). Skulpturen von Patricia Strickland stellen in Marmor monumental erstarrte Sonogramme dar: die letzten Worte aus Martin Luther Kings Rede "I have a dream", oder auch Herzschräge, sowie ein Motiv aus Beethovens Sinfonie Nr. 9.¹⁰³

Einmal als Tonkonserven festgehalten, können Schallereignisse "losgelöst vom Gebrauchskontext durch die Speichertechnik auf einen neuen Gedächtniskontext treffen"¹⁰⁴ und damit Information (als Archiv) erzeugen. In welchem Verhältnis steht die Stabilität, ja Ahistorizität der technischen Aufzeichnung/Wiedergabe (sofern es sich um ein geschlossenes Mediensystem handelt) zum gesellschaftlichen sich umprägenden Kodierung der Rezeption? Dazu kommen die medienarchivisch notwendigen Überspielungsmaßnahmen, etwa die derzeitig umfassende Konvertierung analog gespeicherter Daten (etwa auf Magnettonbändern) in digitale Formate, die eine fortwährende Migration auf neue Datenträger in Gang setzt; *recording* selbst wird damit dynamisiert. "Der bis heute erhalten gebliebene Ton ist also nicht mit dem aufgezeichneten historischen Ton gleichzusetzen" <Wagner ebd.>, und doch ist keine historische Zeit, sondern ein medienarchäologischer Zeitrhythmus definiert, der in Kaskaden verläuft.

Auch eine medienarchäologische Groteske hat ihren signaltechnischen Grund. Salomo Friedländer schreibt unter dem Titel "Goethe spricht in den Phonographen. Eine Liebesgeschichte" 1916 vom Versuch des Professors Abnossah Pschorr, Goethes Stimme mittels einer Apparatur und des in Weimar befindlichen Schädels (wenn es denn der echte ist) zu

102 In: Unesco Kurier, 17. Jg. (1976) Nr. 11, 15-21

103 Ausstellung in der Galerie Memento (Mannheim), Anfang Juni 2008

104 Wagner 2005: 268

rekonstruieren.¹⁰⁵ Friedländer publiziert dies unter dem Pseudonym Mynona; das Anonym-Werden des Autors korrespondiert hier mit der techno-rhetorischen *dissimulatio artis* des Zeitalters audiovisueller Medien selbst.

Experimentatoren wie Jules Marey haben Messungen angestellt und deren *record*, also Aufzeichnung, nachvollziehbar in Lehrbücher hinterlassen, welche produktorientierte Ingenieure wie Thomas Alva Edison zur Entwicklung von Tonwalzen "nachgerade befreit" haben (Kittler).

Unter diesem Aspekt entziffern sich die kymographischen Kurven, das sichtbare Resultat der Übertragung gereizter Muskeltätigkeit eines Forsches auf ein Schaubild, das seinerseits mit einer Zeitleiste als *time-base* versehen ist, als eine technische Medienschrift, die prinzipiell auf demgleichen medienepistemischen Dispositiv beruht wie Léon Scotts zeitgleicher *Phonautograph*.¹⁰⁶

Mit bloßer Hande läßt sich ein altes Grammophon mit Schellack-Platte in Bewegung setzen. Ein Kennzeichen der Apparatur, die einerseits aus einem feinmechanischen Abtastmechanismus und zu zwei Dritteln aus dem schieren Klangkörper besteht, liegt darin, daß kein Strom sie antreibt, und dennoch künstlich ein Laut erzeugt wird, durch die reine Mechanik des Anstoßes. Das akustische Ereignis - aufgehoben im gefrorenen Zustand - kommt im Vollzug der kinetischen Drehung zustande, wie auch der Bewegtbildeffekt im Film seit 1895. Erst die dynamische Kopplung von Aufzeichnungsträger und Apparat *im Vollzug* handelt als Medium. Im Unterschied zur rein handwerklichen Abspielung dient intern ein Uhrwerk zur Taktung des Gleichlaufs - dasgleiche Artefakt, das auch die ersten Filmkameras und -projektoren der Gebrüder Lumière steuert.

Ein und dasselbe medienepistemische Ding, der Kymograph (also Kurvenschreiber) im Ensemble seiner Peripheriegeräte, ist Protagonist in verschiedenen Szenen im Medientheater des 19. Jahrhunderts, insofern wir Medientheater als Format von operativer Medientheorie begreifen wollen. Der Kymograph ist der medientechnische Agent einer Einsicht, die als Theorie anschußfähig ist auf so diversen Gebieten wie Tonaufzeichnung einerseits, Bewegungsanalyse andererseits. Auch die von Gustav Theodor Fechner konkretisierte apparategestützte Psychophysik analysiert damit nicht schlicht Signalflüsse menschlicher

105 Mynona, Schwarz-Weiss-Rot. Grotesken, Leipzig 1916, 9-24. Dazu Hans-Ulrich Wagner, Sounds like the Fifties. Zur Klangarchäologie der Stimme im westdeutschen Rundfunk der Nachkriegszeit, in: Harro Segeberg / Frank Schätzlein (Hg.), Sound. Zur Technologie und Ästhetik des Akustischen in den Medien, Marburg (Schüren) 2005, 266-xxx; ferner Friedrich Kittler, Grammophon - Film - Typewriter, Berlin (Brinkmann & Bose) 1986, xxx

106 Siehe die Abb. "Übertragung gereizter Muskeltätigkeit", in: Marey 1868

Wahrnehmung, sondern praktiziert bereits deren medientechnisches *synthesizing*. Verdinglichte Medientheorie als operatives Wissen-Wollen ist also die Bedingung für das tatsächliche Werden von Massenmedien wie Grammophon und Film, später Radio und Fernsehen im engeren Sinne gewesen. Medientheater sind zunächst (in Anlehnung an den Wissenschaftshistoriker Bruno Latour) die Laboranordnungen; dort wird ein medientechnisches Wissen um die Manipulierbarkeit menschlicher Sinneskanäle gewonnen, wie es dann in tatsächlichen Theatern, zumal Filmtheatern (wie es der schöne alte Begriff noch sagte) nicht mehr rein analytisch bleibt, sondern medienaktiv wird - von der Analyse zur Projektion.

Prototypische Invarianz: Die schwingende Saite

Zum Erkenntnismedium wird die schwingende Saite erstmals, als Pythagoras sie messend hinsichtlich der Intervalle am Monochord vernimmt. Im 16. Jahrhundert wird diegleiche Saite von Marin Mersenne dann anders vernommen, hinsichtlich ihrer Schwingungsfrequenz. Heute gezupft, erfahren wir sie gleichursprünglich zu Pythagoras und Mersenne; als gemeinsames Drittes setzt sie historisch grundverschiedene Zeiten in unmittelbaren Kurzschluß (wie die Simulation eines physikalischen Vorgangs durch den Analogcomputer hinsichtlich der mathematischen Analyse ihre Inbezugsetzung findet).

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

Der Nachvollzug des pythagoreischen Schlüsselexperiments, nämlich das theoriegeleitete Zupfen einer gespannten Saite nach Maßgabe ihrer geometrischen Intervalle, bringt es an den Tag und läßt es medientheoretisch sinnfällig werden - als akustisches Wissen. Die damit nachvollziehbare mathematische Modellbildung durch ein Klangereignis ist historische Forschung im Sinne eines zeitlichen Kurzschlusses, der die Nachvollziehbarkeit der altgriechischen Theoriebildung erlaubt. Zugleich aber ist es die Einfachheit des Experiments, seine Archaik im nicht-zeitlichen Sinne, die Zugang zu Zeitweisen von Medien erlaubt. Von daher ist der aktuelle Vollzug dieses Experiments nicht allein eine wissenschaftshistorische Methode¹⁰⁷, sondern zugleich eine strukturelle

107 Siehe Falk Rieß, Erkenntnis durch Wiederholung - eine Methode zur

Analyse von Medienprozessen, für welche die schwingende Saite paradigmatisch steht.

Diese Archaik ist eine fortwährende und spiegelt sich als geradezu inneres Objekt des historischen Raums, wenn etwa Mersenne am gleichen Instrument im 16. Jahrhundert die *harmonie universelle* erprobt. Durch das Meßmedium (das Monochord) wird also immer wieder gleichursprünglich eine Reihe von Experimentatoren in eine Lage versetzt, die gleichwohl wissenschaftsgeschichtlich historisiert werden kann. Es gibt also zugleich eine verzeitlichte ("geschichtliche") Relation zwischen diesen Momenten des Experiments (eine innere Dynamik der Historie dieses Wissens) und ein nicht-historisches, sondern vielmehr medienimmediates Zeitfeld, das sich hier entfaltet.

Das implizite Wissen der schwingenden Saite

Medienwissen resultiert bisweilen unwillkürlich aus einer Verlockung, dem Sirenengesang der Medien selbst: gleich, ob ein fiktiver oder realer Pythagoras an der Saite des Monochords zupft, mit dem Steg dessen Längen unterteilt und erstaunt feststellt, daß Harmonien ganzzahligen Verhältnissen entsprechen. Marin Mersenne hat an dem gleichen Instrument die Schwingungsfrequenzen, also delikate Zeitverhältnisse erhört; Oliver Heaviside hat die Induktionen und Relais von Telegraphenleitungen in ausdrücklicher Analogie zur schwingenden Saite berechnet und damit die Übertragung des Frequenzbands der Stimme, also Telephonie ermöglicht.

Die extrem verlangsamte, präzise hinschauende Bewegungsanalyse des gestrichenen Tons erkennt nicht nur einen Prozeß von dramatischer Dimension, sondern macht ihn für eine Simulation durch den elektronischen Analogcomputer oder digitales *physical modelling* faßbar. Wie ein Geigenbogen eine gespannte Saite durch die Adhäsion des Kolophoniums (am Roßhaar) torsionshaft verdreht und gleichzeitig die gesamte Saitenstellung verschiebt, ist ein genuin differentialdynamischer Prozeß, dessen mathematische Gleichung den realen Wirkungszusammenhang in einen funktionalen überführt¹⁰⁸ und damit etwa durch einen elektronischen Schaltkreis ersetzbar macht. "Sobald der Torsionswiderstand größer wird, als der Reibungswiderstand, reißt sich die Saite vom kolophonierten Roßhaar los, dreht sich zurück [...] und schnellst von S(1) durch die Ruhelage nach S(2) hinüber. Der weiterstreichende Bogen nimmt sie wieder nach S(1) mit, tordiert sie

Geschichtsschreibung des Experiments, in: Michael Heidelberger / Friedrich Steinle (Hg.), *Experimental essays. Versuche zum Experiment*, Baden-Baden (Nomos) 1998, 157-172

108 Hermann Schmidt, *Kybernetik als anthropologisches Problem*, in: *Schulmodelle, programmierte Instruktion und technische Medien*, München (Ehrenwirth) 1967, 13-29 (15)

inzwischen neuerdings in der Richtung der Pfeilspitze, dann reißt sich die Saite wieder los usw."¹⁰⁹

Je genauer der Blick, desto medienarchäologischer wird er und löst sich von der kulturesementischen Begrifflichkeit: "Schon die [...] einfache Bewegungsanalyse macht das hinreichend klar. Dringt man aber bis in die Feinheiten der Produktion vor, so sieht man vollends, daß der gestrichene Ton weder theoretisch noch praktisch irgendwelche Analogien mit dem gezupften und angeschlagenen Ton zuläßt."¹¹⁰ An dieser Stelle nun der gleichzeitig möglichkeitsbedingende und diskontinuierliche Sprung zurück von der medienarchäologischen Analyse akustischer Medienprozesse zur kulturellen Semantik ("Musik"): "Auch *musikalisch* ist der gestrichene Ton eine Besonderheit. Vor allem besitzt er in vollendetem Maße etwas, was dem gezupften und angeschlagenen Ton gänzlich fehlt: *Modulationsfähigkeit*" (ebd.). Hier wird die gestrichene Saite zum niederfrequenten AM-Radio, durch Modulation einer Trägerschwingung.

Die Möglichkeitsbedingung dieser Musik ist ihrerseits tonlos, vielmehr ein diskreter Impuls: "Die Torsionsschwingung", also der extrem zeitkritische Moment der (in der Geigenspieler Sprache genannten) "Ansprache" der Saite, "ist natürlich auch bei der Erregung durch Streichen *tonlos*, weil sie keine Möglichkeit hat, Arbeit an die umgebende Luft abzugeben" <ebd., 15>.

Die gestrichene Saite ist gleichsam ein Oszillator un/gedämpfter Schwingungen (wie in frühen Löschkensendern des Radios), eine Verschränkung diskreter (periodischer) Bewegungen zum Eindruck von analoger Stetigkeit: "Während der gezupfte Ton *musikalisch* aufwärts, der angeschlagene *musikalisch* abwärts akzentuiert ist, hat der gestrichene Ton den Charakter der Stätigkeit <sic>. Dieses dadurch, daß man beim gestrichenen Ton sein Werden ununterbrochen miterlebt, wogegen der gezupfte und angeschlagene Ton immer erst nach der Erregung hörbar wird. Dieses Miterleben" - Resonanz? - "des inneren Werdens ruht keinen Augenblick und schwankt auch nicht. Grundton und Obertöne werden auf einmal erzeugt, u. z. die Grundtonlage durch die [...] Impulsierung, die man am richtigsten mit "Differentialpizzikato" bezeichnen kann, und die Obertonanlage durch den von der Strichstelle unmittelbar ausgehenden Zwang zur sofortigen Unterteilung. Gleich bei der ersten Schwingung ist alles da und entsteht durch den Strich fortlaufend von neuem."¹¹¹ In diesem Sinne ist es das Merkmal auch aller (hoch)technischen Medien, daß sie ihre Gegenwart fortwährend neu erzeugen, nicht einfach aus der Vergangenheit fort dauern wie ein Glas Wein auf dem Tisch.

109 Franz Thomastik, Die Stahlsaite als Kulturfaktor, Wien (Selbstverlag) 1932, 11

110 Thomastik 1932: 13

111 Thomastik 1932: 15

Das gilt zumal für eine "historische" Aufnahme, etwa eines Guslars, also Epensängers im früheren Südjugoslawien, wie schon von der österreichischen Akademie der Wissenschaften geschehen (Phonogrammarchiv) durch Matthias Murko, und später durch die Homerforscher Milman Parry and Albert Lord, der dies dann nicht mehr auf Direktschneidegerät, sondern mit Wire Recorder im elektromagnetischen Feld vornahm; hierin liegt der Sprung von Kultur- zu Elektrotechnik. Das elektronische Abspielmedium für die Magnetdrahtspule muß aus elektromagnetischen Induktionen den Ton immer wieder neu und zugleich gleichursprünglich (*der* und *das* medienarchäologische Moment) neu erzeugen.

Und so steht die medienarchäologische Analyse (Methode) der Kultur (im Sinn der Geisteswissenschaften) gleich nah wie den mathematischen, technischen und Naturwissenschaften.

Zum "Kulturfaktor" (Thomastik) wird die Stahlsaite auch im Wire Recorder; sie kippt von der Kulturtechnik (des Musikinstrument, der Geige) in die Elektronik. Wie die gestrichene Geigensaite bringt auch der Magnettondraht den vernehmenden Menschen selbst zur Mitschwingung, also zur Resonanz, und appelliert an dessen ureigenstens Sein- als Zeitsinn, indem er ihn auf dem Niveau des Zeitsinns massiert (auf McLuhans und Fiores Schrift *Das Medium ist Massage* anspielend): "Gleich bei der ersten Schwingung ist alles da und entsteht durch den Strich fortlaufend von neuem. Das verleiht dem gehaltenen Geigenton etwas in sich Webendes, dessen künstlerischer Ausdruck das vibrato und das glißando <sic> ist. Erstens imitiert <sc. er> den gefühlsmäßig erlebten inneren Schwingungsbetrieb äußerlich durch ein wellenförmiges Abfließen lassen <sic> des einzelnen Tones. Das zweite ist die gleitende Verbindung verschieden hoher Töne. Künstlerisches Maß vorausgesetzt, drückt sie musikalisch aus, daß man vom vorhergehenden Ton noch nicht recht los kann und daß man seelisch irgendwie die Verbindung mit ihm aufrechterhalten möchte"¹¹² - ganz so, wie Bergson und Husserl das Geheimnis der Melodie definieren. "Das glißando, dieses *Urphänomen alles Melodischen*, ist neben der menschlichen Stimme so nur dem Streichinstrument möglich" (ebd.).

Medienprozesse spielen mit dem menschlichen Zeitsinn in einer signalrealen Weise, welche die symbolische Zeitordnung der Historie unterläuft.

Schwingungsfähige Medien: eine *String*-Theorie

Medientheorie ist für die zeitkritische Verfaßtheit technologischer (oder

112 A. a. O., 15

besser techno-mathematischer) Prozesse sensibel. Einerseits besagt der Begriff der Quantisierung im analog-zu-digital-Sampling bereits, daß die Welt prinzipiell als numerisch faßbar modelliert wird. Komputiert gar das Universum selbst, wie Konrad Zuse in *Rechnender Raum* argumentiert? Kevin Kelly stellt diese Frage in seinem Interview mit George Dyson aus Anlaß von dessen Monographie *Turing's Cathedral*: "Are we in that digital universe right now, as we talk on the phone?" Dyson: "Sure. You're recording this conversation on a digital recorder - into an empty matrix of addresses on a chip that is being filled up at 44 kilobytes per second. That address space full of numbers is the digital universe."¹¹³

Denis Gabor, bekannt als (Mit-)Erfinder des Holographie, präzisierte die Fourier-Analyse, die ihrerseits schon eine Algebraisierung von Wellenphänomenen ist, in Richtung Wavelets und wählte den Begriff der "acoustic Quanta", um Wellenmechanik zu illustrieren: "Acoustical phenomena are discussed by mathematical methods closely related to those of quantum theory."¹¹⁴

Einen Eindruck, wie sich akustische Quanten wohl anhören, wenn sie zu einer mathematischen Symphonie vereinigt werden, mag die Komposition *Persepolis* von Iannis Xenakis vermitteln, erhalten auf den Tonbändern am Institute National Acoustique-Groupe Recherche Musique in Paris (INA-GRM). Als Protagonist von Computermusik steht Xenakis für Kompositionen auf der Grundlage von Wahrscheinlichkeitsfunktionen, also Stochastik, als "compositional methodology"¹¹⁵ - und damit hörbarer Medientheorie. Dieses Werk von 1971 entstand als Auftrag des Shahs von Persien Reza Pahlawi, für die 2500 Jahr-Feier der Gründung des persischen Großreiches durch Kyrus, in den Ruinen des früheren Palastes von Persepolis, der einstigen Hauptstadt, im heutigen Iran. Der von Le Corbusier beeinflusste, frühere Architekt Xenakis war hochsensibel für den Zustand dieser Ruinenlandschaft, die zwischen Figuration (geordneter restlicher Architektur) und Zerfalls in Gesteinsmassen oszilliert, anders ausgedrückt: zwischen Negentropie (Kultur, Überlieferung als Tradition) und Entropie (die Tendenz zur wachsenden Unordnung als Zeitpfeil). Der Klang von *Persepolis* wird hier zur akustisch vernehmbaren Verrechnung von Information versus Entropie, vetrat aus der *Mathematischen Theorie der Kommunikation* Claude Shannons.

Seth Lloyd am Massachusetts Institute of Technology hat ansatzweise ein erstes Quantencomputing realisierte und ruft auf, die Überlagerung mehrerer Bits in einem Quantencomputer analog zu der Überlagerung

113 "Hacker Historian George Dyson Sits Down With Wired's Kevin Kelly", für die Zeitschrift Wired, http://www.wired.com/magazine/2012/02/ff_dysonqa/all/1 (September 27, 2012); Abruf 1. Juni 2018

114 Denis Gabor, Acoustical Quanta and the Theory of Hearing, in: Nature Nr. 4044 (Mai 1947), 591-594 (591)

115 Begleitheft zur CD: Iannis Xenakis. Persepolis + Remixes, kuratiert von Zbigniew Karkowski und Naut Humon, Asphodel LTD 2002

von Schallwellen vorzustellen: Eine 0 oder eine 1 klingt dann (wenngleich übersummativ) wie ein einzelner Ton, eine Überlagerung wie ein Akkord - nur daß der Moment der Messung diese Gleichwahrscheinlichkeit zu einer Eindeutigkeit kollabieren läßt. IBM-Forscher Peter W. Shor "glaubt, daß dieser symphonische Aspekt des Quantencomputeres ihn dazu befähigt, große natürliche Zahlen schnell in ihre Faktoren zu zerlegen"¹¹⁶. Shor vermeint zu hören, daß die Faktoren einer großen Zahl gegenüber anderen Instrumenten "so deutlich hervortreten wie eine Melodie, die von Geigen, Bratschen und Celli in Oktavparallelen gespielt wird" <ebd.>. Auch Wahrscheinlichkeitswellen bilden somit Amplituden.¹¹⁷ Wissenschaft ist analytisch im Unterschied zur Kunst, und Naturwissenschaft, der Medienwissenschaft als *mathesis* ebenso nahesteht wie den Kultur- und Geisteswissenschaften, vermag "nur jene Erscheinungen zu erkennen, deren Eigenschaften man durch Zahlen beschreiben kann"¹¹⁸. Der Zusammenhang von Technologien und Mathematik ist für eine komplexe Reflexion von Medienvorgängen unumgänglich, ganz im Sinne eines Wissensfelds, das etwa an der Universität von Zilina in der Slowakei am Department of InfoCom Networks neben *Time-Series Analyses* einen eigenen Studiengang darstellt: *Mediamatica*.

McLuhan sieht die Botschaft des TV-Mediums in seinem Modus der Massage auf neuronaler, sensorischer Ebene - nicht auf der vordergründig ikonologischen oder narrativen. Dieser allgemeine Gedanke wäre - mit McLuhan über McLuhan hinaus - in Hinsicht auf das Zeitkritische zu präzisieren. Die eigentliche *Medienbotschaft* des Fernsehbildes ist "nicht das Moderatorenverhalten in Fernsehshows", sondern sein zeitliches Wesen, denn seine technisch-mediale Eigenlogik "modelliert sowohl individuell als auch kollektiv die Wahrnehmung von Zeit. [...] Zeit ist damit auch die Herausforderung einer Medienwissenschaft"¹¹⁹.

Konsequent definierte der Videokünstler Bill Viola den elektronischen Gegenstand seiner Bildsignalkunst als "Klang der Einzeilen-Abtastung"¹²⁰; hier kommt die Saitenschwingung als medienepistemologischer Modellfall von technischen Ereignissen ins Spiel.

Medienarchäologische Intervallschachtelungen: Die Elektronenröhre im Klangverstärker

116 Röthlein 2004: 113

117 Leonid I. Ponomarjow, Welle oder Teilchen? Eine populäre Quantenphysik, Moskau (MIR) / Leipzig et al. (Urania) 1974, 276

118 Ponomarjow 1974: 270

119 Stefan Rieger, Kybernetische Anthropologie. Eine Geschichte der Virtualität, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 2003, 143

120 Bill Viola, Der Klang der Einzeilen-Abtastung, in: Theaterschrift xxx

Eine *Medienarchäologie* des Akustischen unterscheidet sich von den Anliegen der Musikwissenschaft. Die elektroakustische Apparatur fügt sich nicht nahtlos in die Tradition kulturtechnischer Musikinstrumente. Gemeint sind hier vor allem Eskalationen von Instrumenten als Elektronik. Der Begriff der Musik wird damit tiefergelagert (am Ende in den rechnenden Raum selbst - das Reich der Algorhythmen).

In den Fokus gerät damit das zentrale, wesensbestimmende Element der Elektronik. Die Elektronenröhre hat als medienarchäologisch zumeist hinter Nutzeroberflächen verborgenes Aggregat längst ihren Platz in unserer akustischen Kultur gefunden. Einen Kulturbruch stellte der vom ehemaligen Radiotechniker Leo Fender im 2. Weltkrieg erfundenen Verstärkerschaltkreis dar. Der Londoner Tim Marshall bastelt Verstärker für Rock-Guitarristen zusammen; er läßt die Musiker, wenn gewollt, weiter übersteuern als bei Konkurrenz, durch simple Regelungen am Reglerkopf (E-Gitarrenverstärker)

Peter Wicke weist in seiner Anatomie des Rock'n Roll auf die ursprüngliche Verquickung von Schallplatten- und Radioindustrie hin. Der medienarchäologische Ansatz sucht die Verschränkungen von Rundfunk und Aufnahmetechnik auf der Ebene der Apparate zu beleuchten und in konkreten Baugruppen zu identifizieren.

Medienarchäologie stellt die Frage nach den Bedingungen und Bedingtheiten der elektrotechnischen Signalverstärkung.¹²¹ Suchen wir Kriterien dafür auf der medienepistemischen Ebene. Bernhard Siegert unterscheidet im Kapitel "Echos" seiner *Passage des Digitalen* (2003) *signal intelligence* (Peilen, Orten, Leitsignale) von *communication intelligence* (Hermeneutik). 1906 erscheinen zeitgleich, aber auf verschiedenen Kontinenten die Patententwürfe de Forrests und von Liebens. De Forrest entwickelt die Triode in Hinblick auf drahtlose Telegraphie; von Lieben hingegen hat als Unternehmer und Unternehmung die Telephonverstärkung auf der Linie Wien-Brünn im Auge. Nachdem die Crooke-Röhre zuvor die geradlinige Ausbreitung der Elektronen evident gemacht hatte, fand die Kathodenstrahl-Triode bei von Lieben erst 1910 zu ihrer wirklichen Form.

Den medienarchäologischen *missing link* bildet das Relais, wie es als technisches Element seit 1835 in der Ausdifferenzierung in Steuerkreis und Arbeitskreis existiert. Signalverstärkung ist nicht auf die analogtechnische Verstärkerröhre in Telephonie oder Elektroakustik beschränkt; auch der mit diskreten Impulsen opereirende Telegraph ist - wie im Falle der von Siemens erbauten Indo-European Telegraph Line von London bis Kalkutta Mitte des 19. Jahrhunderts - radikal auf

121 Sebastian Döring, AMP, MIX & RECORD - Archäologie des Mischpults, Beitrag zum Kolloquium *Medien, die wir meinen*, 13. Januar 2010, Humboldt-Universität zu Berlin, Medienwissenschaft

zwischenverstärkende Relais angewiesen. So mag Robert von Lieben vom Dispositiv der Telephonie her, de Forrest hingegen von der drahtlosen Telegraphie verstanden werden. De Forrests Patent schreibt dennoch ausdrücklich von "Verstärkung für Telephonie". Diese Begriffspraxis läßt sich kaum als Mediengeschichte erzählen; ein methodischer Versuch, dem adäquat zu begegnen, ist die das der Mathematik entlehnte Verfahren der "Intervallschachtelung", vom Ziel her (die finale tatsächliche Triode) im Krebsgang rückgreifend, gleich der infinitesimalen Annäherung an die Steigung einer Kurve durch Integration. Ziel dabei ist, unabhängig von den Biographien der Erfinder eine Archäologie der Elektronenröhre entlang ihrer konkreten medientechnischen Existenzweisen zu schreiben.¹²² Dem entspricht aus phänomenologischer Sicht Edmund Husserls Begriff der *epoché*, der systematischen Einklammerung. Ein solcher Weg verläuft über methodische Aus-, eben nicht technikhistorische Anschlüsse, die den Gegenstand gleich einer Skulptur aus dem Block hervortreten lassen; erreicht wird damit eine nicht-chronologische Fassung. Ein solcher Ausschluß ist der Transistor: einerseits (Protention) das Transistor-Patent von 1930 (J. E. Lilienfeld); andererseits (Retention) schon Ferdinand Brauns Kristalldetektor als Halbleiter. Ein weiterer Ausschluß auf dem Weg zur Triode (also in einer negativen Teleologie, die im medienarchäologischen Sinne von Abwesenheiten ausgeht und mit Foucault von Diskontinuitäten) ist die Diode, wie sie von Ambrose Fleming im Zuge von Marconis Radioversuchen entwickelt wurde. Ein weiterer Ausschluß ist damit rückgreifend die Glühlampe (der Edison-Effekt), der eine Vorform dieser Diode darstellt. Einen weiteren Ausschluß stellt die Mehrfachröhre (etwa Manfred von Ardenne's Loewe-Opta 3NF) dar, die erste integrierte Schaltung der Welt. Ausschließen läßt sich ferner die Raumladeröhre (Tetrode) und die Hochvakuumröhre.

Historizität vs. Archäologie akustischen Wissens (Jonathan Sterne)

Technische Verfahren der Klangerzeugung sind immer schon durch ein apparatives Wissen und seine techno-logischen Konfigurationen vorstrukturiert.

Jonathan Sterne weist mit Nachdruck auf die Historizität von akustischen Wissensobjekten, Technologien und Sinneswahrnehmungen hin; erst diese formen die jeweils charakteristische *mousike episteme* einer Epoche. Medienarchäologie als Methode hingegen operiert mit Gleichursprünglichkeiten, etwa der von musikalischer und datenprozessierender Zeitformung.

¹²² Vorschlag von Döring, a. a. O.; für eine komplexe "hypertelische" Genealogie der Elektronenröhre siehe Gilbert Simondon, Die Existenzweise technischer Objekte, Zürich (Diaphanes) 2012 [FO Paris 1958]

Der Historisierung von Wissenslagen zu widerstehen ist das Schwierigste. Gegenüber der wissenschaftsgeschichtlichen Historisierung ist das Anliegen der Medienarchäologie operative Reaktivierung als "Mitvollzug"¹²³ einer vergangenen Lage. Im Zusammenhang einer Medienarchäologie des Akustischen gilt dies etwa für das "musikalisch-kybernetische Environment" Peter Vogels im Experimentalstudio des SWR in Freiburg: ein elektronisches Dispositiv in kybernetischer Kombination mit menschlichen Tänzern.¹²⁴

Die medienarchäologische Methode der (mikrozeitlichen) Zeitkritik ist ihrerseits makrozeitlich prekär: Zeiten werden hier nicht nach klassischen Epochen, sondern nach Kurzschlüssen formuliert, welche die geschichtliche Ordnung unterlaufen ("Tunnelung" im Sinne der Quantenphysik).

Es gilt dabei, epistemologische Verschiebungen kenntlich machen, als zeitdiagnostische Bestimmung durch medientheoretische Betrachtung. Diese Verschiebung ist eine differentielle, die nicht notwendig als makrozeitliche Entwicklung, „Geschichte“ oder Tradition sich entfaltet, sondern minimalste Verschiebungen eines gleichursprünglichen Feldes.

An den (Meß-)Grenzen der Medientheorie

Mit Meßinstrumenten als aktiven Medienarchäologen kommt die entscheidende Differenz zwischen menschlicher und medientechnischer *aisthesis* ins Spiel. "There is an important difference between an acoustical quantum as registered by a physical measuring instrument, and as registered by the ear. In the experiments considered the ear was called upon only to answer 'yes' or 'no' to a simple question. To a measuring instrument, on the other hand, a quantum of information conveys a complex numerical datum (two real data), and every exact datum carries in itself an infinite number of 'yes's' and 'no's'. [...] the best ear in the optimum frequency-range can just about discriminate one acoustical quantum" <Gabor 593> - verkehrte Welten des Analogen und des Digitalen. "Alle Bewegung verursacht Schwingungen, allein uns fehlen die Ohren, sie zu hören", schreibt Marin Mersenne in seiner *Harmonie Universelle*. Es vielmehr die mathematische Analyse, welche solche Erscheinungen dem menschlichen Begriff nahebringt; sie "macht sie uns messbar und scheint eine besondere Begabung des menschlichen Geistes zu sein, um das, was ihm durch den Mangel seiner Sinne und die Kürze seines Lebens verloren geht, zu ersetzen", laut

¹²³ Zu diesem Begriff Günther Stern, Die musikalische Situation [1930], inzwischen publiziert durch Reinhard Ellensohn (Hg.), Günther Anders. Musikphilosophische Schriften. Texte und Dokumente, München (C. H. Beck) 2017, 15-140

¹²⁴ Peter Vogel, Musik und Kybernetik, in: Teilton, Heft 2, Kassel (Bärenreiter) 1978, 6-67 (30. u. 59)

Joseph de Fouriers *Analytische Theorie der Wärme*.¹²⁵ Was einmal solcherart analysiert wurde, läßt sich dann technomathematisch resynthetisieren.

Zwischen der antiken Proportionslehre zur Identifizierung der Tonhöhe und der Schwingungsfrequenz vermag allein Wissenschaftsgeschichte einen Entwicklungszusammenhang zu stiften; Wissensarchäologie aber identifiziert vielmehr einen dramatischen qualitativen Sprung von epistemischer Dimension, eine kopernikanische Wende für den Begriff von Zeitprozessen: "Im 16. Jahrhundert ist die pythagoräische Numerologie in der Musiktheorie noch weit verbreitet, doch durch die Entwicklung der Polyphonie, den daraus entstehenden Stimmungsproblemen und den Anfängen der physikalischen Untersuchungen von Schallphänomenen wird das Gebäude der alten Universellen Harmonie zunehmend marode."¹²⁶ Denn anders als für antike Ohren werden hier Klänge als Zusammensetzungen aus verschiedenen Tönen faßbar - Fourieranalyse *avant la lettre*. Auch die elementarphysikalische String-Theorie ist nach dem Modell der schwingenden Saite modelliert; diese hat potentiell alle verschiedenen Einzelzustände gleichzeitig wie ein Q-bit im Quantencomputer. Damit korrespondiert auf der anderen, medientechnischen Seite der oszillierende Synthesizer als neues medienepistemisches Ding; nicht von ungefähr fallen die Anfänge der String-Theorie und die der modernen elektrotechnischen Synthesizer in den 1960er Jahren zusammen.

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

Und so gilt es zu unterscheiden: "between intrinsic features of the phenomenon, and others which are introduced by the method of analysis" <Gabor: 594> bzw. solche, die durch Meßinstrumente (als materialisierte Medienanalyse) buchstäblich determiniert werden. "[W]e have seen that in the acoustical model the integers emerge as a part of the mathematical background before any physical phenomenon has appeared on the stage" <594> - die Emergenz eines Wissens (*mathesis*) aus der medienarchäologischen Ebene, welche fast immer auch die mathematische oder logische meint.¹²⁷ Medientheorie aber hat es mit der

125 Beide Zitate nach Volmar 2003, *motti*

126 Volmar 2003

127 Siehe Martin Kusch, Foucault's Strata and Fields. And Investigation into

mittleren Ebene operativen Vollzugs zu tun, in deren Kern die Techno-Mathematik steht. Musiktheoretiker der frühen Neuzeit wie Marin Mersenne (seine *Harmonie universelle* von 1636/37) gaben sich gerade nicht mehr damit zufrieden, mit pythagoräischen, also ganzzahligen Verhältnissen relative Tonhöhen zu beschreiben, sondern begannen zu analysieren, wie diese technisch zustande kommen: "Sie begannen, neben physikalischen Ursachen für die Tonhöhe auch das Sein der Töne selbst zu ergründen."¹²⁸

Musiktheorie, Ballistik und Mechanik bahnen als "physicomathematische Wissenschaften" im 16. Jahrhundert den Weg zu dem, was sich dann technologisch verdinglichen wird, "weg vom Vermessen der Dinge und ihrer Größen hin zu einem Verfolgen ihrer Bahnen im Raum und in der Zeit" (Volmar), hin zu einem dynamischen, späterhin medienoperativ wendenden Weltbegriff.

Neue Formen der Analyse klanglicher und anderer Wellenereignisse eröffneten sich mit der elektronischen Meßbarkeit von Schwingungsvorgängen (Oszilloskop), der mathematischen Fourier-Analyse und den Gabor-Quanten: Wieder eine "Elementarisierung" scheinbar kontinuierlicher Ereignisse (analog zur Operation des Vokalalphabets), doch diesmal nicht mehr als symbolische Notation, sondern als Adressierung des Reellen, das sich unseren unmittelbaren Sinnen entzieht. Die Belohnung für solche Formen der Analyse (und dem Medienwerden der Analyse als Synthese) ist Hörbarkeit, die medieninduziert wiederkehrt.¹²⁹

Ein akustisches Argument ist granulierter Orgelklang. Hörbar wird das "Morphing" von zwei gleichen Orgelbasiswellen ineinander, die dabei in eine Grain-Wolke zerlegt werden. Audiodateien werden in Grains aufgebrochen und resynthetisiert - die vertraute Basisoperation analytischen Medienwissens im Abendland, hier Klang geworden im Software-Synthesizer Absynth 4 des Herstellers Native Instruments.¹³⁰ Entsprechende Softwarekritik gehört zum Berufsfeld der Medienwissenschaft.

Im Morphing von akustischen Körnern in einen scheinbar kontinuierlichen Klangteppich werden die kleinsten akustischen Intervalle oder Quanten des Wahrnehmbaren (*aistheta*) unhörbar; die Körnigkeit eines gerasterten Bildes aber läßt dasselbe sich auflösen, je genauer es

Archaeological and Genealogical Science Studies, Dordrecht / Boston / London 1991

128 Axel Volmar, Parametrisierungsgeschichte der neuzeitlichen Akustik (15. Juli 2003); www.aesthetik.hu-berlin.de/medien/texte.php (Zugriff 18. Dezember 2008)

129 Auf der CD im Heft *Sound & Recording* Heft 12/2006

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

betrachtet wird. Einmal mehr sieht sich Medientheorie mit der Frage konfrontiert, ob Medienvorgänge im elektromagnetischen Raum nur metaphorisch hör- und sehbar sind, mithin also Töne und Bilder nur Phänomene der eigentlichen Medienvorgänge darstellen. Licht aber *ist* das Phänomen eines Ausschnitts im elektromagnetischen Spektrum selbst.

Zu den grundlegenden Arbeitstechniken der Medienwissenschaft gehört es, daß sie ihre Gegenstände und Methoden anhand konkreter Beispiele "erdet" und demonstriert, mithin Empirie gepaart mit epistemologischer Reflexion und kritischer (auch mathematischer) Analyse dessen, was sich vollzieht. Gegenstand von Medientheorie im wohldefinierten Sinne sind weniger starre oder schlicht mechanisch bewegte Körper denn spezifische, nämlich techno-logisch beherrschte "Vorgänge mit einer eigenen Verlaufszeit"¹³¹, für die elektromagnetische Wellen zurecht paradigmatisch stehen. Den größten Teil existierten sie nicht im Wissenshaushalt des Abendlands, bis daß Michael Faraday sie experimentell zu vermuten beginnt und James Clerk Maxwell mathematisch nachweist - bis daß Heinrich Hertz sie dann "als etwas *entdeckt*, das tatsächlich physikalisch vorhanden ist" <ebd.>. So wird aus "Scheinbildern" (denn niemand hat je Elektromagnetismus als solchen, vielmehr nur dessen Phänomene gesehen) eine Evidenz: "Wir machen uns innere Scheinbilder oder Symbole der äußeren Gegenstände, und zwar machen wir sie von solcher Art, daß die denknotwendigen Folgen der Bilder stets wieder die Bilder seien von den naturnotwendigen Folgen der abgebildeten Gegenstände. Damit diese Forderung überhaupt erfüllbar sei, müssen gewisse Übereinstimmungen vorhanden sein zwischen der Natur und unserem Geiste. Die Erfahrung lehrt uns, daß die Forderung erfüllbar ist und daß also solche Übereinstimmungen in der Tat bestehen."¹³²

Und "[d]ie Bilder, von welchen wir reden, sind unsere Vorstellungen von den Dingen; [...] es ist für ihren Zweck nicht nötig, daß sie irgend eine weitere Übereinstimmung mit den Dingen haben" <Hertz a. a. O.>. Hagen folgert daraus eine Absage an die klassische Ontologie der Physik als Naturlehre: "Der Grund für diese Absage waren zweifellos wieder Bilder, nämlich die, die Heinrich Hertz sich selbst, wenige Jahre zuvor, von seiner eigenen Entdeckung zu machen hatte, nämlich von den elektromagnetischen Wellen. Aber was sind Bilder von elektromagnetischen Wellen? Wie soll man sie anschaulich machen?"¹³³

131 Rieger 2003: 230

132 Heinrich Hertz, Die Prinzipien der Mechanik in neuem Zusammenhange dargestellt: Drei Beiträge (1891-1894) (= Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, Nr. 263) Nachdruck der Ausgabe Leipzig: Akademie Verlags-Gesellschaft Geist und Portig 1984, Thun, Frankfurt am Main 1996, S. 67

133 Wolfgang Hagen, Fotofunken und Radiowellen. Über Feddersens Bilder und die Hertzschen Versuche; *online*
<http://www.whagen.de/publications/FotofunkenRadiowellen/FotofunkenRadio>

Hagen zitiert Richard Feynman, es sei viel leichter unsichtbare Engel zu verstehen als eine elektromagnetische Welle: "Mathematisch gesehen gibt es an jedem Punkt im Raum einen elektrischen und einen magnetischen Feldvektor; das bedeutet, daß jedem Punkt sechs Zahlen zugeordnet sind. Können Sie sich vorstellen, wie jedem Punkt im Raum sechs Zahlen zugeordnet sind? [...] Ich kann mir so etwas wie die Temperatur an jedem Punkt im Raum vorstellen. [...] Aber die Idee einer Zahl an jedem Ort ist mir wirklich unverständlich."¹³⁴

Angenommen, Physik sei "eine Theorie beobachtbarer Größen, die die Natur beschreibt, wie sie sich zeigt, wenn man sie mit realen Meßgeräten und Uhren untersucht."¹³⁵ Daraus folgert Hagen im Anschluß an Foucault und Luhmann: die Episteme der Physik weiß nichts über die Natur in einem ontologischen Sinn, sondern beobachtet in erster Ordnung - nach Maßgabe einer Theorie, welche allein dazu verfaßt ist, Vorhersagen über Meßergebnisse zu machen, die sich in der Natur mit realen Meßapparaten reproduzieren lassen. Physik im zwanzigsten Jahrhundert hat aufgehört Naturlehre zu sein - und beginnt genuine *Medientheoría* zu werden. Methoden der Medienwissenschaft werden konkret in dem, was der Wissenschaftshistoriker Hans-Jörg Rheinberger auf den Begriff der Experimentalsysteme gebracht hat. Experimentalsysteme generieren in der "irreduziblen Vagheit" und "blinden Taktik" eines differentiellen Prozesses ihren Gegenstand, nämlich ein "epistemisches Ding" als etwas, das man noch nicht weiß, aber möglicherweise längst schon experimentell gestellt hat.¹³⁶ Am Beispiel von Telegraphie und Radios ist dies überdeutlich.

Der Ort des Geschichtlichen verschiebt sich in technischen Medien auf den Vollzug. So spielt sich, aller kulturwissenschaftlichen Dekonstruktion zum Trotz, anhand dieser Hertzschen "Scheinbilder", so historisch relativ die Experimentalsysteme auch sein mögen, etwas ab, das sich der Wissenschaftsgeschichte durch seine Gültigkeit entzieht. So wird - medienhistorisch arbiträr - eine mediale Wahrheit entborgen; ein brisantes Spiel von Notwendigkeit (etwas, das sich zeigen will) und Kontingenz (denn es bedarf entsprechender Diskurse), von technomathematischem Sein (Technologie) und Wissenskultur (Epistemologie).

wellen.htm; Zugriff 13-1-07. Publiziert in: Christoph Hoffmann / Peter Berz, Über Schall. Experiment und Medium in Ernst Machs und Peter Seilchers Geschossfotografie, Göttingen (Wallstein) 2001, 225-258

134 Richard Feynman, Robert Leighton und Matthew Sands, Vorlesungen über Physik (1963), Bd. 2, München 1991, S. 382f

135 Peter Mittelstaedt, Philosophische Probleme der modernen Physik, 7. Aufl. Mannheim 1989, S13

136 Hans-Jörg Rheinberger, Experimentalsysteme, Epistemische Dinge, Experimentalkulturen. Zu einer Epistemologie des Experiments, in: Deutsche Zeitschrift für Philosophie, Bd. 42 (1994), 405-418 (408)

Faraday branchte - ganz unmathematisch, rein experimentell und verbal beschreibend - den Elektromagnetismus auf den Begriff des "Feldes" (von Ernst Cassirer später zum "Inbegriff physikalischer Relationen" überhaupt erhoben). Elektrizität aber ist recht eigentlich nur in den vier Maxwell'schen Gleichungen darstellbar, gesteht auch Heinrich Hertz am Ende. Der eigentümlich medientheoretische Zug dieser elektromagnetischen Wellen ist ihr geradezu Lacanscher Mangel, ein "Mangel an Evidenz" (Rieger); ihr Vorhandensein entbirgt sich allein im Vollzug (also medientechnisch und massenmedial) oder als mathematische Operation. "Die einzige Aufgabe der theoretischen Physik besteht darin, Vorhersagen zu machen, die sich mit der Erfahrung vergleichen lassen."¹³⁷ Die klassische Kausalkette vom anschaulichen Ereignis zur analytischen Begründung wird hiermit vom Kopf auf die Füße gestellt, und diesen Weg ging auch die Physik. "Spektroskopische Beobachtungen müssen wir mathematisch richtig fassen. Aus dieser mathematischen Formulierung können wir dann neue Experimente prophezeien" <ebd.>; so wurde Radio.

Die phänomenologische Wirklichkeit des elektromagnetischen Feldes zeigt sich allein in seinen Wirkungen; die Anziehung einer Eisenkugel zu einem Magnetpol ist keine abstrakte Kraft. Das magnetische Feld, insofern es Wirkung zeitigt, ist ein Medienreal(es). Der Hörer einer Radiosendung aber kommentiert: "Mir ist es egal, ob das 'elektromagnetische feld' real ist oder nicht (was *ist* überhaupt wirklichkeit?) - hauptsache, man kann damit rechnen, damit elektromotoren antreiben, damit ORF-sendungen übertragen :->."¹³⁸

Um sich nicht vollends in ontologischen Fragen zu verlieren, ist ein strategischer Vorteil von Medienwissenschaft der Positivismus ihrer Objektorientierung. Epistemologischer Kronzeuge ist hier einmal mehr ein Physiker, Werner Heisenberg; dieser war strikt darum bemüht, die Reichweite von Theorie auf die wirklich beobachtbaren Dinge zu begrenzen, und entwickelte von daher seine mathematische Beschreibung des durch Experimente gesicherten - womit Medien auf der Meßebene sehr konkret ins Spiel kommen. Immerfort resultiert aus damit erforschten Tatsachen die Notwendigkeit neuer mathematischer Formen, die solchen technisch generierten Evidenzen besser angepaßt sind als die alten <Zimmer 1934: 163>; diese Mathematik wird dann ihrerseits wieder eine Möglichkeitsbedingung medientechnischer Implementierungen.

Die kleinste Einheit der Elektronik, das Elektron, war als Erscheinung (der Funkeneffekt des namensgebenden Bernsteins) seit der antiken Naturphilosophie mit Thales von Milet vertraut, doch erst die frühe

137 P. A. M. Dirac, zitiert hier nach: Zimmer 1934: 160

138 slartibartfast, in: <http://science.orf.at/science/ays/131185>; Zugriff 25-1-07

Neuzeit (Gilbert, um 1600) sucht nach der Substanz, welche den Bernstein bewegt, sich durch Reibung elektrisieren zu lassen. Am Ende dieser Suche steht das Atommodell, doch auf der Innsbrucker Naturforscherversammlung äußerte Sommerfeld 1924, daß "das Atommodell mehr ein Rechenschema als eine Zustandsrealität" ist <zitiert ebd., 156>.

Die von Meßmedien selbst vorgegebene Grenze der Beobachtbarkeit mikrophysikalischer Vorgänge ist auch eine Grenze medientheoretischer Reichweiten - die nämlich dort enden, wo Wirklichkeiten nur noch mathematisch begriffen werden können. In der Tat, Musikhören und Fernsehen erschließen sich menschlichen Sinnen auch unmathematisch. Goethe beharrte auf der morphologischen Gesamtgestalt des Phänomens anstelle einer mathematischen Summe von experimental zerlegten Einzelereignissen: "Man suche nur nichts hinter den Phänomenen: sie selbst sind die Lehre."¹³⁹ Eine archaische Medienarchäologie aber ist die Zerlegung des Lichts in Spektrallinien in einer dunklen Kammer: Newtons Versuchsanordnung, eine (im Sinne Hans-Jörg Rheinbergers) epistemogene Meßtechnik. Licht als reine Erscheinung löst sich vollends mit seiner Enttarnung als endliches Signal auf.¹⁴⁰

Elektronische Ereignisse sind sinnlich nur als Phänomene faßbar, nicht aber der eigentliche Medienprozeß, dessen Theorie damit zu einer mathematischen wird. "Die magnet-elektrischen Phänomene werden durch ein Medium erzeugt, [...] nicht aber durch directe Fernwirkung zwischen Magneten oder elektrischen Strömen", schreibt Maxwell¹⁴¹; wo Alltagssprache buchstäblich ver-sagt, muß formallogisch argumentiert und gerechnet werden (*calculemus*, ruft uns Leibniz zu). Von diesem Moment an ist Mathematik nicht länger ein bescheidenes Hilfsinstrument der Medienwissenschaft, sondern tritt das epistemologische Erbe des medialen *fundamentum in re* selbst an, eine Verschiebung. So wird das mathematische Werkzeug zur Sache selbst - ganz analog dazu, wie einst die elektromagnetischen Wellen, die allein Maxwells Gleichungen zu beschreiben vermögen, zu einer operativen Mathematik namens Radio wurden. So ist das wahrhaft Existierende kein materielles Ding, sondern die zugrundeliegende mathematische Analyse - die harte Variante von Medienarchäologie. An die Stelle der klassischen Medienapparatur tritt der zurecht so genannte mathematische Apparat - damit auch die Grenze

139 Johann Wolfgang von Goethe, *Maximen und Reflexionen*, Weimar 1907, 575; siehe J. Teichmann, E. Ball und J. Wagnmüller, *Einfache physikalische Versuche aus Geschichte und Gegenwart*, hg. v. Deutschen Museum München, 7. Aufl. München 1999 (über Goethes Farbenlehre)

140 Eine prägnante Formulierung von Gudrun Lena Stölzl, Studierende am Seminar für Medienwissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin, März 2006

141 James Clerk Maxwell, *Über physikalische Kraftlinien* (1861/62), Wiederabdruck in: *Ostwalds Klassiker der Exakten Wissenschaften*, Reprint von Bd. 102, Thun / Frankfurt a. M. (Thun) 19xx, 52 u. 48

der Prothesentheorie von Medien (McLuhans "extensions of men").

In der mikrophysikalischen Welt setzt sich fort, was Galileo Galilei bereits anhand des teleskopischen Blicks in den Makrokosmos und die zeitgleiche holländische Mikroskopie festgestellt hatte: Um Einblick in solche Welten zu erhalten werden die laut Max Planck "anthropomorphen" Elemente, durch menschliche Sinnesorgane und die sie verlängernden Meßgeräte hineingetragen, zunehmend ausgeschaltet <zitiert nach Zimmer 1934: 249>. Ort und Geschwindigkeit eines Elektrons oder Photons sind nicht gleichzeitig exakt meßbar, "denn alle Meßmittel, nämlich Apparate und Lichtstrahlen, die selbst wieder aus Elektronen und Photonen bestehen, beeinflussen ja das zu Messende in einer nicht zu kontrollierenden Weise. Und Meßmittel kleinerer Art existieren nicht" <Zimmer 1934: 240>. Apparate und Lichtstrahlen stehen für zwei Seinsweisen von Medien: die technologische und die physikalische. Auf der mittleren, medienarchäologischen Ebene wurde die quantenmechanisch erkannte Interferenz von Meßmedium und Meßobjekte längst praktisch: Die Entwicklung des Lichtstifts als Peripheriegerät zur interaktiven Eingabe von Daten direkt auf den Computerbildschirm (im Einsatz als "Lightgun" etwa im militärischen Whirlwind-Radarsystem¹⁴²) wurde zugunsten der vertrauten "Maus" abgebrochen, da der Lichtstift zuweilen Kurzschlüsse mit der elektrischen Ladung auf der Phosphorschicht der Mattscheibe erzeugt - ein transitiver Medienmoment wie die mit Fingerberührung operierende Dateneingaben unmittelbar auf dem Bildschirm *qua* Widerstandsmembran (Kapazitätssensorbildschirm oder dem Oberflächenwellensensorbildschirm), im Unterschied zur buchstäblichen Digitaleingabe *qua* Tastatur.¹⁴³

In der Elektronenmikroskopie - anders als im optischen Mikroskop - kommen statt Licht Elektronenstrahlen zum Einsatz. Subjekt und Objekt des Meßmediums fallen zusammen, wenn als Vergrößerungsgegenstand die Glühkathode einer Radoröhre dient, die gleichzeitig die nötigen Elektronen aussendet: "Es ist ebenso, als ob man eine leuchtend elektrische Lampe durch ein gewöhnliches Mikroskop ansieht. Auf einem durch die auftreffenden Elektronen zum Leuchten erregten Fluoreszenzschirm entsteht ein vergrößertes Bild der Glühkathode" <Zimmer 1934: 171>. So erstrahlt die Vakuum-Elektronenröhre in ihrem medienepistemologischen Licht, als Medium im mikrophysikalischen Vollzug.

Im 1934 von Max Knoll beschriebenen und 1937 durch Manfred von

142 Siehe Axel Roch, Die Maus. Von der elektrischen zur taktischen Feuerleitung, in: Lab. Jahrbuch 1995/96 für Künste und Apparate, hg. v. d. Kunsthochschule für Medien, Köln (König) 1996, 166-173

143 Zu "Dateneingabe über den Bildschirm" siehe Karl-Heinz Schubert, Elektronisches Jahrbuch für den Funkamateure, Berlin (Militärverlag) 1987, 67ff

Ardenne konstruierten Rasterelektronenmikroskop wird eine *immediate* transitive Relation medientechnisch operativ. Ein Elektronenstrahl wird auf die Oberfläche des zu untersuchenden Objekts fokussiert und rastert dieselbe Punkt für Punkt ikonoskopisch ab - die andere Seite von Fernsehen, nämlich primär unbildlich. Erst die Wechselwirkung zwischen der Probenoberfläche, die elektrisch leitfähig sein muss, und dem Elektronenstrahl führt zur Emission von Sekundärelektronen, die als Signale erst nachträglich zu einem Bild zusammengesetzt werden. Das Rastermikroskop läßt sich noch erstaunlich gut in Begriffen der klassischen Mechanik beschreiben.¹⁴⁴ Wo die Meßspitze, idealerweise eine Atomgröße umfassend, selbst Schlieren mit den zu vermessenden atomaren Oberflächen bildet, wird es möglich, auf atomarer Ebene selbst nicht allein passiv zu messen, sondern aktiv zu schreiben - bis hin zur Option neuer Digitalspeicher auf atomarer Ebene.¹⁴⁵ Die Botschaft dieses Mediums an der Grenze zur Speicherkapazität, die sich theoretisch überhaupt mit magnetischen Medien erreichen läßt, heißt vordergründig "IBM" (so lesbar), aber hintersinnig *schreibMaschine* (der Nadeldrucker).

Die Unschärferelation ist eine Grenze der Reichweite von Medientheorien und zugleich eine Erinnerung daran, daß Medientheorie nicht die Frage nach dem Sein als beharrliche Ontologie, sondern nach Prozessen stellt, mithin Medien im Vollzug. Auch die Atomphysik handelt Heisenberg zufolge "nicht vom Wesen und Bau der Atome, sondern von den Vorgängen, die wir beim Beobachten der Atome wahrnehmen"¹⁴⁶. Grenzwertig wird die Beobachtung, wenn eine nicht kontrollierbare Beeinflussung des Objekts durch das Meßmedium eintritt, ein Aktivwerden von *theoría* als Medientheater. Dieses Schauspiel ist nicht mehr durch optische Einsicht, sondern nur noch wahrscheinlichkeitsmathematisch faßbar.

Musik als science. Zum Hornbostel Acoustic Emergency Laboratory

Jussi Parikka führt einen *online* Blog namens *What is a Media Lab?*¹⁴⁷ und gewährt darin Einblicke in die aufblühende Kultur der Forschungs- und Experimentallabore im Rahmen der Digital Humanities. Bereits in der heroischen Epoche der Kybernetik waren solche Labore gängige Praxis. Tatsächlich bilden die neuen *labs* den technischen Ort einer nunmehr

144 Marc-Denis Weitze, Das Rasterkraftmikroskop. Ein Werkzeug zum Tasten, Ziehen und Graben für die Nanowissenschaft, Berlin / München (Diepholz) 2003, 6

145 Siehe eine von *Millipede*, einem Nadel-Array, bedruckte Fläche, in: Weitze 2003: 42, Abb. 32

146 Zitiert nach Zimmer 1934: 239

147 Jussi Parikka (mit Darren Wershler und Lori Emerson), *What is a Media Lab? Situated Practices in Media Studies* <http://whatisamedialab.com>; demnächst im Druck: dies. (Hg.), *The LAB Book*, University of Minnesota Press

"algorithmisierten" Geisteswissenschaft, ganz im Sinne eines Buchbeitrags von Sebastian Klotz "Algorithmic and Nostalgic Listening: Post-subjective Implications of Computational and Empirical Research"¹⁴⁸.

In Zeiten, wo Forschungslabore buchstäblich auf die Größe von Desktop-Oberflächen schrumpfen, läuft die aktuelle empirische Musikforschung Gefahr, so interdisziplinär sie auch agieren mag, sich gegenüber jener vergenger Vorgeschichte zu verzetteln. Was ihr fehlt, ist eine mutige Episteme, ein durchdringendes Paradigma, wie es die Hypothese der kybernetischen Musikforschung einmal darstellte. Das Hornbostel Acoustic Emergency Laboratory (HAEL) am Institut für Musikwissenschaft und Medienwissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin hat in der Tat eine Leiche im Keller der Musikwissenschaft, ein Archiv-Korpus. Ich erinnere an den sang- und klanglos gescheiterten Versuch der Gründung eines Max-Planck-Instituts für Musik¹⁴⁹ - damals noch ganz den Geist der Kybernetik atmend, im forschenden Bekenntnis zur elektroakustischen Musik gegenüber der kunstästhetisch orientierten akademischen Vorkriegsmusikwissenschaft. Pierre Boulez war als Gründungsdirektor bereits angeworben. Indem sich die interne Diskussion um ein solches Institut endlos hinzog, wurde die Chance verpaßt. Anfang Juni 1973 teilt der Präsident der Max-Planck-Gesellschaft mit, daß Boulez inzwischen "die Leitung eines französischen Forschungsinstituts zur akustischen und musikalischen Koordination" übernommen hatte¹⁵⁰ - der Rest ist Geschichte, das IRCAM am Pariser Centre Pompidou. Boulez hatte für das geplante MPI ein frühes Papier verfaßt, für ein "Centre de Recherches Acoustiques", bestehend aus vier technisch-experimentellen Abteilungen, mithin: Laboratorien, etwa ein "département expérimental pour les recherches électroniques et électro-acoustiques" sowie "un département ordinateur pour la recherche sur la production sonore et sur la composition musicale au moyen d'ordinateurs" - das ist Digital Humanities respektive *computational musicology* "avant la lettre".¹⁵¹

Die Max-Planck-Gesellschaft und die westdeutsche MusiKybernetik hatten damals ein Konzept angeschoben, das dann zur Ehre Frankreichs in Paris verwirk(lich)t wurde. Entnervt schreibt der ebenfalls zunächst zur Mitwirkung eingeladene Mitbegründer nachkriegsdeutscher elektroakustischer Studios (WDR Köln), Karlheinz Stockhausen, Mitte Mai 1971 angesichts der sich hinziehenden Nicht-Gründung des Instituts für Musikforschung: "[I]ch bin es leid. [...] Die Leute sollen machen, was sie

148 In: Gianmario Borio (Hg.), *Musical Listening in the Age of Technological Reproduction*, Earmham: Ashgate 2015, 69-89

149 Archivisch und fachgeschichtlich aufgearbeitet durch Michael Custodis, *Schwer von Begriff*. Pläne zu einem nicht realisierten Max-Planck-Institut für Musik (1965-1972), in: *Die Tonkunst. Magazin für klassische Musik und Musikwissenschaft*, Jg. 6, Nr. 2 (April 2012), 201-211

150 Brief an Otto Westphal (MPI für Immunbiologie), 7. Juni 1973, AMPG Abt. III, Rep. ZA 75, Nr. 11

151 AMPG Abt. III, Rep. ZA 130, Kasten 38 "Musikinstitut"

wollen. Ich gehe jetzt meinen eigenen Weg."¹⁵² Angesichts dieser aus Sicht der bundesrepublikanischen Musikforschung verpaßten Chance fühle ich mich an das Zögern des hiesigen Instituts erinnert, aus der formalen Fügung von Medienwissenschaft und Musikwissenschaft mehr zu machen also nur eine privilegierte Nachbarschaft.

Privatdozent M. Kahlweit vom Max-Planck-Institut für Biophysikalische Chemie, also nahe an von Hornbostels akademischem Fach und ganz in dessen Geiste, identifizierte in einem Schreiben am 17. September 1971 aus Göttingen an die Mitglieder der Kommission "Gründung eines MPI für Musik" höchst treffend und provokativ, daß "kein Bedarf nach einem Institut mit kulturhistorischen oder -philosophischem Arbeitsgebieten" bestehe, sondern vielmehr "eine Verbindung der Musikforschung zur Naturwissenschaft und Informationstheorie herzustellen" sei.¹⁵³

Erich Moritz von Hornbostel war wurde als Chemiker promoviert, bevor er als Assistent des Gestaltpsychologen und Psychoakustikers Carl Stumpf das Berliner Phonogramm-Archiv leitete: ein eben solcher naturwissenschaftlicher Stachel im Fleisch der Geistes- und Kulturwissenschaften. Das HAEL versteht sich ausdrücklich im Geiste Hornbostels. Die *murals* Ruth Tesmars mit Zitaten aus von Hornbostels Schrift "Die Einheit der Sinne" (1925) im Innenhof (und einem Teil der Dachetage) des Instituts-Standorts Am Kupfergraben 5 bildet einen Textraum; komplementär dazu gesellt sich nun ein Signalraum, das Hornbostel Audio Emergency Lab.

Die Neurobiologie, die auch dem HAEL nun am Herzen liegt, war schon damals ein wesentlicher Baustein im geplanten Max-Planck-Institut; 1973 fand im österreichischen Ossiach unter der Leitung von J. G. Roederer, University of Denver, Dept. of Physics, die Tagung *Physical and Neurological Foundations of Music*). Frisch aus dem MPI-Archiv nenne ich aus den Sitzungsthemen: "The functions of the central nervous system", "Superposition and time-sequences of musical tones", "New directions and new experiments in musical perception"¹⁵⁴. Diesen kybernetischen Faden durch das Labyrinth von Einzelwissenschaften nimmt HAEL nun mit seinen Schlagworten endlich wieder auf, konkret: die geplante Entwicklung von "Brain Computer Interface" sowie "Biofeedback-Verfahren", "um Phänomene der Synchronisation, joint action und Konsensualität" sowie "enacting, intersubjectivity" sowie "social cognizing" in der musikalischen Wahrnehmung analysieren zu können (Exposé S. K.). Es handelt sich bei der Einrichtung des HAEL ganz offensichtlich um eine Aktualisierung "untoter" kybernetischer Forschungsmethoden, an denen Abraham Moles mit seiner musikalischen

152 Typoskript Kürten, 15. Mai 1971

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

154 Archiv der Max-Planck-Gesellschaft (AMPG), III. Abteilung, Rep. ZA 75, Nr.

Informationsästhetisch seine Freude gehabt hätte; die damalige Ossiacher Tagung findet eine späte Fortsetzung im für Ende September 2017 an der Humboldt-Universität geplanten KOSMOS-Kolloquium *Emerging Synchronization in Music Cognition*.

In seinem programmatischen Beitrag "Klang als epistemische Ressource und als operativer Prozess" hat Sebastian Klotz das Forschungsfeld des HAEL *avant la lettre* im Sinne des Sound and Music Computing abgesteckt: "eine Schnittstelle technologisch-zeitkritischer Prozeduren und der Generierung und Analyse von Klangsemantiken"¹⁵⁵, also das Feld zwischen techno-logischem, akkulturierten, und neuroästhetischem "Klang". Dies stellt in der Tat ein *up-date* des zugleich musikethnologischen und naturwissenschaftlichen Zugriffs von Hornbostels nunmehr in Zeiten von Digital Humanities dar, und so thematisiert Klotz - wie einst Hornbostel - den Zusammenhang von "Signal und Sinn"¹⁵⁶ - auf dem Weg zu einer Epistemologie des Sonischen, die zwischen Signalverarbeitung in Hard- und Software und Phänomenologie der meß- und klangtechnisch vermittelten Klangeindrücke und -empfindungen i. S. von Helmholtz' oszilliert.¹⁵⁷

Damit zur Gretchenfrage des HAEL, nämlich das Verhältnis von Musikwissenschaft und Sound Studies. Klotz fragt, "ob Klänge als Eigenschaften klangerzeugender Prozesse betrachtet werden könnten, die sich von den kulturellen Semantiken von Sprache und Musik lösen"¹⁵⁸, und geht damit bis an die Grenzen seines eigenen Fachgebiets, der "interkulturellen" Musikforschung. Ist die Botschaft techno-mathematischer Klanganalysen der nicht-menschliche Klang? Genau *dies* verstärken elektronische Verstärker. Werden klangerzeugende Prozesse auf der Ebene *diesseits* von Schalldrucksignalen und von akustischer Phänomenologie analysiert, gerät der zeitkritische Moment in den Blick; insofern operieren auch jene menschliche Fähigkeiten in der Verarbeitung akustischer Signale, denen komplexe Autokorrelationsmechanismen im Millisekundenbereich zugrunde liegen, "auf einer Ebene [...], die noch nicht kulturell-semantisch aufgeladen ist" - und können gerade deshalb "durch technologische Verfahren ihrerseits simuliert werden"¹⁵⁹. Aus

155 In: Axel Volmar / Jens Schröter (Hg.), *Auditive Medienkulturen. Techniken des Hörens und Praktiken der Klanggestaltung*, Bielefeld (transcript) 2013, 189-206 (191)

156 Unterkapitel in Klotz 2013: 191 ff

157 Siehe Gerhard Widmer u. a., *From Sound to Sense via Feature Extraction and Machine Learning*, in: Pietro Polotti / Davide Rocchesso (Hg.), *Sound to Sense, Sense to Sound. A State of the Art in Sound and Music Computing*, Berlin 2008, 161-194

158 Klotz 2013: 193, unter Bezug auf Rath, *Dynamisches Klang-Feedback in Mensch-Computer-Interaktion*

159 Klotz 2013: 194, unter Hinweis auf Kurt Ebelings Studien zur Verschmelzung und neuronalen Autokorrelation als Grundlage der Konsonanztheorie

medienepistemologischer (oder gar -ontologischer) Sicht ist es grundsätzlich schon ein Indiz, *daß* der menschliche Gehörgang überhaupt komputativ simuliert werden kann. Gemeinsamer Nenner ist nicht eine wie auch immer geartete allgemeine Musikalität, sondern Algor(h)ythmik (Miyazaki) als *time-based* und ebenso zeitbasierende Technologie, mithin zeitkritische Prozessualität. "Klangwissenschaft ist dazu eingeladen, zu untersuchen, wie Klänge" - die in digitaler Kodierung gar nicht als Klang existieren können - *als Tempor(e)alität* "existent werden"¹⁶⁰.

Das HAEL ist nicht die erste Laboreinrichtung zur Untersuchung musikalischen Kognition; was es hingegen auszeichnet, ist die Insistenz auf der semantische Tiefe eines zweieinhalbtausendjährigen alteuropäischen musikalischen Wissens, die den mit technologischen Mitteln errungenen Meßanordnungen erst ihre eigentlichen Erkenntnisfunken zu entlocken vermag.

Im Sinne der Actor-Network Theory Bruno Latours finden im HAEL Menschen und nicht-menschliche Technologien zu einem System zusammen, als Handlungsräume, in denen "verschiedene Akteure und Aktanten in einem komplexen Zusammenspiel interagieren"¹⁶¹. Die erste *non-human agency* im HAEL (das sich ausdrücklich auf ANT stützt) war ein EEG für Elektroenzephalographie, das wie die funktionelle Kernspintomographie zur techno-phänomenologischen Identifizierung der Emergenz von Synchronisation in akustischer Syntonie (die Hirnaktivität der Musiker) während des Spiels selbst (in algorithmischer Echtzeit-Analyse) gereicht. Der Forschungskünstler Julian Klein hat dieses Analysemedium zur aktiven Klangsynthese genutzt, indem die Frequenzen der vom EEG erfaßten musik-kognitiven Hirnaktivität ihrerseits in aktive Schallfrequenzen sonifiziert werden, direkt oder (aus Gründen der Hörschwelle) in ihrer Frequenz transponiert¹⁶² respektive zeitkomprimiert - ein "re-entry" von Klang als aktive Sonifikation seiner technomathematischen Vermessung, und eine mikroanalytische Eskalation der kulturtechnischen Kopplung von Guslari-Gesang und -Spiel durch servomotorisches *bio-feedback*.

Das Hornbostel Audio Emergence Lab untersucht nicht nur neuromusikalische Prozesse, sondern auch die technologische Form der Gewinnung solcher Daten durch Meßmedien - ein impliziter Brückenschlag zur kritischen Medienwissenschaft. Tatsächlich hat Sebastian Klotz in seiner Berliner Antrittsvorlesung die Aufmerksamkeit

160 Klotz 2013: 201

161 Andreas Fickers, Plädoyer für eine experimentelle Medienarchäologie, in: Technikgeschichte, Bd. 82, Heft 1 (2015), 1-18

162 David Linden, Das Spiel der "Brain Players. Rhythmen im Gehirn", in: Junge Akademie Magazin [Berlin] No. 4 (2006), 16 f. (17); ferner Thomas Hermann et al., Vocal sonification of pathologic EEG features, in: Tony Stockman (Hg.), Proceedings of the International Conference on Auditory Display (ICAD 2006), London 2006, 158-163

seiner epistemologisch gestimmten Hörer auch auf die (mit dem Namen von Hornbostel verbundene) musikethnologische Schallspeicherung und -verstärkung gelenkt. Den Unterschied zum phonographischen Lautarchiv macht die Elektronenröhre, denn an sie schließt eine Frage musikethnologischer Erkenntnis: "Was wird hier verstärkt" - das elektrotechnische Signal, oder ein kulturelles Momentum? Der Beitrag von Sebastian Klotz¹⁶³ zum Symposium *in memoriam* Christian Kaden *Music's Pluralistic Potential* fragte (Power Point-Folie): "Do culturalistic and 'techno-'empirical paradigms share any common ground?" Dayton Clarence Miller publizierte 1916 programmatisch *The Science of Musical Sound*; dies meint Musikwissenschaft mit naturwissenschaftlichen Meß-, Analyse- und Darstellungsmethoden und fand Eingang in John Cages Manifest von 1937 "The Future of Music: Credo". "Cage's Emanzipation des Klangs von der symbolischen kulturellen Ordnung namens "Musik" (*let sounds be themselves*) ist vorweggenommen in Millers Appell von Komponisten "to make music directly, without the assistance of intermediary performers"¹⁶⁴.

"Musical ensembles constitute a microcosm that provides a platform for parametrically modeling the complexity of human social interaction"¹⁶⁵, zitiert Klotz im Sinne einer aktualisierten Musiksoziologie, doch wollen wir nicht "sozial" mit "inter-subjektiv" verwechseln, sondern auch die technischen Mitspieler in ihrer Kopräsenz mit einbeziehen. *Motion tracking* erlaubt synthetisch die kinematische Animation der subliminalen Synchronisation der physischen Bewegungen gleichzeitiger Spieler. Und so kombiniert das HAEL "apparative, introspektive, phänomenologische und qualitative Verfahren"¹⁶⁶; notwendig komplementär zu dieser ausdrücklich phänomenologischen Ausrichtung fokussiert Medienarchäologie demgegenüber die zugrundeliegenden Apparate (etwa das erwähnte EEG) als Bedingung der Möglichkeit solch empirischer Forschung. Diese beginnt (*en arché*) - wie einst die sogenannte Elektrophysiologie (Adrian) - mit der elektronischen Verstärkung der vom Menschen abgenommenen Signale.

DER KLANG UND SEIN KEHRWERT. Sonik zwischen Signal und Frequenz

Emanzipation der Materialität des Klangs von der symbolischen Ordnung der "Musik"

163 28.-30. April 2017, Medientheater, Institut für Musikwissenschaft und Medienwissenschaft, Humboldt-Universität zu Berlin

164 Zitiert hier nach Douglas Kahn, *Noise, water, meat: a history of sound in the arts*, 98

165 A. d'Ausilio / G. Novembre / L. Fadiga / P. E. Keller, What can music tell us about social interaction?, in: *Trends in Cognitive Sciences*, Bd. 19 (2015), 111-114 (111)

166 Entwurf S. K. zu HAEL i. Gr., Typoskript August 2015

"Als was wurde und wird Klang in, an der Grenze aber auch außerhalb der Musik konzipiert?"¹⁶⁷ Etwas oszilliert zwischen den Begriffen "Musik" und "Klang". Deren unterschiedliche Ausdifferenzierung stellt eine epistemologische Chance dar, für eine doppelte Entkopplung des Klangbegriffs sowohl vom Musikalischen als auch vom Auditiven, im emphatischen Sinne des "ontological turn" in den Sound Studies. Im akademischen Sinne ist damit die Frage verbunden, inwieweit die Klangforschung der Musikwissenschaft einverleibt bleibt, oder vielmehr ein eigenständiges Fachgebiet bildet. Unbefangener als im Rahmen von Musikwissenschaft stellt sich die zugleich techniknahe und erkenntnisorientierte Medienwissenschaft der Entkopplung des Klangbegriffs vom Musikbegriff.¹⁶⁸ Musik - verstanden hier im Sinne ihrer alteuropäischen Entwicklung als Theorie - gehört der symbolischen Ordnung von Kultur an, und damit auch deren historischer Variabilität. Klang gründet indes immer auch in einem physikalischen Ereignis, und ist in seinen autonomen Eigenzeiten vielmehr ahistorischen Gesetzen, einem anderen *archive* (im Sinne Foucaults) unterworfen. Historisch sind demgegenüber vielmehr die jeweils möglichen (Wissens-)Techniken der Entbergung bislang verborgener, latenter Klangwelten. Der Klangbegriff wird - im streng medienarchäologischen Sinne - vom Primat der Kulturgeschichte entkoppelt, zugunsten der Entdeckung einer autonomen Klangzeitlichkeit. Neben *The Audible Past* (Jonathan Sterne 2003) tritt damit die Ahistorizität von Schwingungsereignissen und Impulsen. Die Plausibilität eines solchen Klangbegriffs ist nicht mehr notwendig an das menschenseitig Hörbare gekoppelt. Der Fokus von Sound Studies auf Audiotechnologien bleibt zumeist noch verfangen im Anthropozentrismus des abendländischen Hörbegriffs. Dem gegenüber verlangt und gewährt Medienwissenschaft einen vom Menschen, gelegentlich sogar von der Kultur suspendierten Blick auf Klang. *Media understanding* (frei nach McLuhan 1964) entwickelt einen Klangbegriff im Sinne der objektorientierten Ontologie: *sonicity*. Klang, definiert in seiner "Materialität und Operativität" (ebd.), ist damit nicht mehr schlicht eine kulturtechnische Ableitung der Musik, sondern das Potential "eines auf Klang basierten", mithin genuin sonischen Verständnisses. Man gelangt zu einem operativen Verständnis von Kultur und Medien, "wenn man diese durch Klang und seine Konzeptualisierung zu fassen versucht" (Exposé). Im Unterschied zum platonischen Musikbegriff geht der dezidierte Klangbegriff immer schon von seiner materialen Implementierung aus, vom Primat seiner physikalischen Parameter. Darin liegt, im starken Sinne, die *Medienspezifität* von Klangkonzepten, als Eskalation der bisherigen Unterscheidung von *musica theoretica* und *musica practica* (oder gar "musicking"). Musikalische Formen werden erst durch ihre Verklanglichung aktualisiert, ganz so wie operative

167 Fragt das Exposé zur Ringvorlesung *Klangkonzepte (Musik, Kultur, Medien)* im Studienjahr 2019 / 2020 am Institut für Sprach-, Musik- und Medienwissenschaft der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

168 Im diesem Sinne argumentiert auch Rainer Bayreuther, *Was sind Sounds? Eine Ontologie des Klangs*, Bielefeld (transkript) 2019, 12

Algorithmen die implizite "mechanische Prozedur" mathematischer Berechnung (im Sinne von Turing und Gödel) tatsächlich techno-logisch mechanisieren.

Der Klang aus medienarchäologischer Sicht

Kulturtheoretisch und -geschichtlich wird Klang zumeist als "Klang von Musik" begriffen. Diesen Diskurs regiert eine Metaphysik, die *a priori* eine Dichotomie von Geist und Körper unterstellt. Aber Klang ist nicht nur die akustische Ableitung einer musikalischen Konzeption, die materielle Verkörperung eines musikalischen *lógos*, sondern ein Signalereignis nach eigenem Recht. Aus medienarchäologischer Sicht, welche den Klang radikal als Eigenschaft technischer Medien, d. h. in seinen techno-logischen Operationsweisen (und nicht als klangontologisches "Wesen") analysiert, wird gar die ansonsten eher in Verruf geratene Definition von Musik durch Eduard Hanslick neu lesbar: das "Arbeiten des Geistes in geistfähigem Material"¹⁶⁹. Vom logozentrischen Standpunkt aus bedürfen Naturvorgänge der menschlichen Vernunft, um auf den Begriff gebracht zu werden, da sie sich nicht selbst erkennen können.

Schwingungsforschung im umfassenden Sinn betrifft das musikalisch-rhythmische Spiel von Klangkörpern (menschlich wie instrumental) ebenso wie den elektrotechnischen Schwingkreis als Bedingung von Rundfunkempfang. Traditionell ist der Klangbegriff anthropozentrisch auf eine "mit dem Ohr wahrnehmbare Erscheinung der Umwelt" reduziert, "die durch mehrere sich überlagernde, regelmäßige akustische Schwingungen" induziert wird¹⁷⁰ - mithin die harmonischen Anteile von Gesang und Stimme, Glocken und Musikinstrumenten als Schall. Die analytische Medienepistemologie des Sonischen hingegen (er-)löst den Klang nicht nur vom Primat seiner symbolischen Ordnung als Musik und entfesselt ihn damit zugleich vom harmonischen Begriff zugunsten des Geräuschs bis hin zum thermischen Rauschen des elektronischen Synthesizers, sondern auch von seiner anthropozentrischen Fokussierung auf das Auditive, mithin also auf das Hörbare. Dies ist bereits ein Retroeffekt der systematischen Modellierung des menschlichen Hörapparats durch technische Meßmedien selbst, die sich damit von der bloßen Ausweitung des menschlichen Hörens emanzipierten.

Für eine prozeßorientierte (Klang-)Ontologie

Medienarchäologie fokussiert im Speziellen den nicht bloß kulturtechnisch, d. h. körpergebundenen, sondern den genuin technologischen Klang als Funktion einer spezifischen Elektronik;

¹⁶⁹ Eduard Hanslick, Vom Musikalisch-Schönen. Ein Beitrag zur Revision der Ästhetik der Tonkunst [*Leipzig 1854], Wiesbaden 1980, 35

¹⁷⁰ Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache, <https://www.dwds.de/wb/Klang>, Abruf 26. Mai 2019

zugleich ist sie eine grundsätzliche, von technischen Medien erlernte Weise, Klang zu verstehen.

Der "Klang" von Musik ist deren materielle und energetische Verdinglichung und tatsächliche Verzeitlichung, mithin, und existiert immer nur im Zusammenspiel *mit* - oder gar *als* -konkrete(r) Materie: sei es der Ton, die Vibration, die Schwingungsform, die Klangfarbe oder die mikrozeitliche Entität. Seine technologische Existenzweise ist der „Sound“ (mithin Sonik), als technisch (mit-)produzierter Klang.

Im Klang wird der *lógos* der musikalischen Sprache, mit de Saussure formuliert, von der abstrakten *langue* zur physikalischen *parole*, mithin zur periodischen Druckwelle, zum mechanischen, materiellen Schall. Damit wird er zugleich dem symbolischen Regime entzogen und unterläuft in seinen materiellen Friktionen dessen Formalismus. Damit praktiziert Klang eine Signalkritik des musikalischen Logozentrismus. Doch damit Konzeptionen von Klang Berücksichtigung finden können, die eventuell das Hörbare über- respektive unterschreiten, müssen sie sich vollends vom normativen Musikbegriff emanzipieren. In diesem Sinne verstehen sich medienarchäologische Klangkonzepte dies- und jenseits des Hörbaren, in Allianz mit dem sonischen Materialismus.

Der *ontological turn* in den Sound studies ist mit Namen wie Steve Goodman, Christoph Cox, und Greg Hainge verbunden.¹⁷¹ Im Unterschied zu den "auditory cultural studies", für welche Klang erst in menschlicher Wahrnehmung Sinn macht, steht das "medienarchäologische Gehör" der hermeneutikfernen Klangontologie nahe, als Analyse jener materiellen und affektiven, subliminalen Prozesse, die sich auf Signalebene diesseits von akustischer Repräsentation und musikalischer Semantik ereignen.

Doch selbst Goodmans "vibrational ontology" bleibt noch anthropozentrisch in seinem Begriff der sonischen Affekte, die sich diesseits von bewußter Wahrnehmung und Kognition sublim übertragen: "Sound as vibration is first registered in the rhythmic action of vibration on the body of the listener. Temporally prior to its perception, the affective action of a body on a body precedes and thus conditions a subject's cognitive response."¹⁷² Die Gretchenfrage ist demgegenüber: Inwiefern macht der Begriff von Klang und des "Sound" auch diesseits der Hörbarkeit im Sinne menschlicher Physiologie Sinn, vielmehr als

171 Steve Goodman, *Sonic Warfare: Sound, Affect, and the Ecology of Fear*. Cambridge, MA (MIT Press) 2009; Christoph Cox, *Beyond Representation and Signification: Toward a Sonic Materialism*, in: *Journal of Visual Culture* 10, no. 2 (2011): 145–161; Greg Hainge, *Noise Matters: Towards an Ontology of Noise*. New York, NY: Bloomsbury Academic, 2013

172 Kane 2015: 5. Dies erinnert an einen Begriff der zeitkritischen Fernsehwirkungsforschung: Hertha Sturm, *Wahrnehmung und Fernsehen: Die fehlende Halbsekunde. Plädoyer für eine zuschauerfreundliche Mediendramaturgie*, in: *Media Perspektiven* 1/84, 58-65

menschen-, gar kulturfernes epistemisches Objekt?

Akustisch privilegiert der Klangbegriff ein Kompositum aus periodischen Schwingungen in grundsätzlich harmonikalen Verhältnissen, und ist damit immer schon "musikalisch" definiert. Dem gegenüber steht (nicht dichotomisch) einerseits das Rauschen, andererseits die allgemeine Schwingungsdynamik. "Noise" selbst steht als nachrichtentechnischer Begriff für den operativen, nicht-phänomenologischen "Klang", auch für nicht-akustisches "Rauschen". Hainges *Noise Matters* bemühen sich um eine Ontologie des Rauschens quer durch alle möglichen technischen Medien, "observing that the category of noise is overdetermined, always seeming to operate as the contrary of some other term: noise versus signal, noise versus silence, noise versus music."¹⁷³ Hainge definiert das Weiße Rauschen als Bedingung von Klang in Analogie zu Deleuzes Konzept einer konkreten Aktualisierung des Virtuellen; eben dies steht für die Entfaltung des *lógos* als Materie respektive Signal: "White noise is a chaotic field of energy across a sonic spectrum. Through processes of filtering or subtraction, various sonic forms are actualized" (Kane ebd.). Die subtraktive Methode wird konkret in der elektronischen Klangsynthese, theoretisiert durch Bill Violas Vergleich des Videobilds mit der indischen Vorstellung einer Welt als Klang immer schon zugrundelegenden "Gesummes" (*drone*) im Unterschied zum additiven Klangbegriff, aus dem Schweigen geborenen Tonbegriff in der abendländischen Musik.¹⁷⁴

Klangfernsehen: Wellen, Flimmern, Kieselsteine, Kalkül

Was die Fourier-Analyse entbirgt, gilt nicht nur für akustische, sondern für alle periodischen Signalvorgänge. In dieser epistemologischen Verallgemeinerung des Sonischen ist der akustische Fall bestenfalls paradigmatisch. Eine zeilenweise elektronische TV-Übertragung von Wellenbewegungen am Strand ist in ihrer mathematischen Deutung deren Ableitung, im Sinne einer operativen Integration. Nur in dieser Funktion - gleichsam als Analogcomputer - interessiert Wiener das elektronische Fernsehbild. In ihrer Aufzeichnung auf Videoband werden Meereswellen tatsächlich als Zeitverlauf erhalten, und erst sekundär in der Wiedergabe erneut zusammengesetzt zu Bildern. Demgegenüber stellt die Kinematographie bewegter Wellen, ob nun im Projektor oder über Filmabtastung in der Elektronenröhre ein- und abgespielt, immer schon (idealisierte) Momentaufnahmen dar - ganz im Sinne von Denis Gabors kinematographischer Diskretisierung akustischer "Quanten"¹⁷⁵.

¹⁷³ Kane 2015: 10

¹⁷⁴ Bill Viola, *The Sound of One Line Scanning*, in: Dan Lander / Micah Lexier (Hg.), *Sound by Artists*, Toronto / Banff (Art Metropole & Walter Phillips Gallery), 1990, 39-54

¹⁷⁵ Denis Gabor, *Acoustical Quanta and the Theory of Hearing*, in: *Nature* 159 (Nr. 4044) 1947, 591-594

Quantifiziert wird damit die je einzigartige Variante von hydrodynamischen Ereignissen. In der filmischen Schleife wird *in*, und *als* Maschinenzeit wiederholbar, was in der "Bergsonschen" Zeit der physikalischen, dem zweiten Gesetz der Thermodynamik unterworfenen Welt unvordenklich ausdifferenziert ist, irreversibel in den individuellen Trajektorien der Partikel.¹⁷⁶ Zu den im medienarchäologischen Sinne primordialen, d. h. nicht nur zeitlich, sondern auch prinzipiell grundlegenden Filmaufnahmen zählt der Kurzfilm - die geradezu chrono-allegorische Einstellung (*film still*) - *Rough Sea at Dover* (respektive *The Wave*) von Birt Acres (1895), wo hohe Wellen sukzessive gegen eine Landungsbrücke am Strand branden. Was sich hier hydrodynamisch nie exakt wiederholt, wird erst in der wiederholten Projektion zur Zeitschleife. Zu einer Schau derselben in Koster und Bials Music Hall in New York am 23. April 1896 heißt es, daß sie auf Verlangen des Publikums "had to be repeated many times"¹⁷⁷. Die *many times* koinzidieren hier mit den Gezeiten selbst: "Tide, time, *Gezeit*. Tides and times have always been linked [...] from tidings to *Zeitung*."¹⁷⁸ Die Analyse varianter Bewegungen gelingt durch mathematische Differentialgleichungen erster Ordnung nur annäherungsweise. Das diskrete Sampling analoger physikalischer Signale stellt gegenüber solcher Analysis ein binäres Filter dar; der Rest ist das, was sich dieser zeitdiskreten Aufzeichnung als "time of non-reality" (Norbert Wiener) entzieht.¹⁷⁹ Fortwährende Experimente mit graphischer Notation suchten jene Klangmerkmale zu erfassen, die der musikalischen Partitur in symbolischen Notenwerten entgehen. Eine stetige Kurvenform wird durch Diskretisierung zur Treppe; verloren geht die infinitesimal komplexe Kontingenz der "analogen" Formation zugunsten der diskreten Mathematik, deren Logik in den hochintegrierten Transistorschaltkreisen der Mikrochips homolog verkörpert wird. Die eigentliche Botschaft der binären Digitalisierung ist die Verlockung zur Zählbarkeit, und die damit einhergehende Überführung in die "Zeit des Weltbildes"¹⁸⁰ - der Begriff von Welt als numerisch meß- und damit rechenbar, analog zur aristotelischen Definition von Zeit selbst.

Anders als im Fall der genannten Klangontologen ist die

176 Dazu Kapitel 1 "Newtonscher und Bergsonscher Zeitbegriff" in: Norbert Wiener, *Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung in Lebewesen und Maschine* [AO 1948], Reinbek bei Hamburg (Rowohlt) 1968, 53-68

177 New York Mail and Express, 24. April 1896, 12, zitiert hier nach Charles Musser, *Emergence of the Cinema. The American Screen to 1907*, New York 1990, 116, in Elcott 2020: 228

178 Noam M. Elcott, *Loops, or The Wave*, in: Markus Krajewski / Harun Maye (Hg.), *Universalenzyklopädie der menschlichen Klugheit*, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2020, 227-231 (229)

179 Siehe Claus Pias, *Time of Non-Reality. Miszellen zum Thema Zeit und Auflösung*, in: *Zeitkritische Medien*, hrsg. v. Axel Volmar, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009,, 267-279

180 Martin Heidegger, *Die Zeit des Weltbildes* [Vortrag 1938], in: ders., *Holzwege*, Frankfurt / M. (Vittorio Klostermann) 1950, 69-104

medienarchäologische Klanganalyse nicht deduktiv von einer Metatheorie abgeleitet¹⁸¹, sondern erdet die epistemologische Klanganalyse radikal dort, wo sich der Klang tatsächlich ereignet: im physikalischen Geschehen. In seinem Entstehungsmoment aber ist der Klang ein uneigentlicher und vielmehr schlicht Teil der Schwingungstheorie, welche Mechanik, Elektrotechnik, gar Radio umfaßt. Auf verschiedensten physikalischen Erscheinungsgebieten zeitigt die mathematische Analyse dynamischer Prozesse die gleichen Differentialgleichungen; Vollzugsorgan dieser Analogie ist der Analogcomputer.

Gottfried Wilhelm Leibniz vernahm in Wellenbewegungen, noch ganz in der pythagoreischen Tradition, vielmehr Musik denn Klang: eine verborgene arithmetische Übung der zählenden Seele zählt. Dieses sonische *timing* kommt nicht zu Bewußtsein, wird aber affektiv in Konsonanzen und Dissonanzen empfunden.¹⁸² Sanfte, harmonisch abfolgende Meereswellen sind für Menschen lediglich sichtbar, aber als solche kaum hörbar - erst, wenn sie sich überschlagen oder am Strand durch Kieselsteine brechen (und damit erst buchstäblich *kalkuliert* werden). Gehört wird in diesem Moment nicht die Harmonik von Wellen, die sich zum Klang summieren, sondern das Rauschen, ihre Unstetigkeit. Heinrich Barkhausen gründete seine Dissertation über Elektronenröhren auf der Entdeckung, daß erst die gewaltame Störung des Ruhezustands eines Systems Schwingungen erzeugt - eine unvordenkliche Irritation aller Harmonik, ein Einspruch des stofflich Realen gegenüber den pythagoreischen *lógoi* einer in ganzen Zahlen wohlgeordneten Welt, und gegenüber der zeitlosen Idealität der Fouriertransformation periodischer Bewegungen in den Frequenzraum.

Generationen nach Jean Baptiste Joseph Fourier¹⁸³ fragt sich Norbert Wiener, ob es möglich sei, der wabernde Willkürlichkeit der Natur mit einem mathematischen Kalkül von Wahrscheinlichkeiten zu begegnen. Aus dem Fenster seines Dienstzimmers am Mathematics Department des M.I.T. in Boston schaut er nicht wie einst Fourier auf die flimmernde Mittagshitze über trockenem Wüstensand¹⁸⁴, sondern auf die "sich ständig verändernden Kräuselungen und Wellen der Wasseroberfläche"

181 Zum "Deleuzian metaphysical framework shared by all three authors": Brian Kane, Sound studies without auditory culture: a critique of the ontological turn, in: Sound Studies, 1:1 (2015), 2-21 (2, "abstract"); DOI: 10.1080/20551940.2015.1079063, Abruf 16. Mai 2019

182 Siehe Gottfried Wilhelm Leibniz' Brief vom 17. April 1712 an Christian Goldbach, publiziert von Adolf P. Juschkewitch / Judith K. Kopelewitch (Hg.), La Correspondance de Leibniz avec Goldbach, in: Studia Leibnitiana Bd. XX (1988), 175-189

183 Jean Baptiste Joseph Fourier, Théorie de la Chaleur. Paris 1822

184 Dazu Bernhard Siegert, Passage des Digitalen. Zeichenpraktiken der neuzeitlichen Wissenschaften 1500-1900, Berlin (Brinkmann & Bose) 2003

des River Charles.¹⁸⁵ Wieners "musings concerning the Charles River"¹⁸⁶ aber sind nicht gedankenverloren, sondern im Sinne des *lógos*: geleitet von der Frage, in welchem Verhältnis reale dynamische Naturvorgänge, mithin Zeitsignale, zu ihrer symbolischen Analyse stehen. Die optisch wahrgenommenen Wellenbewegungen gehen in Wieners Wahrnehmung sogleich in deren algebraische Formulierung über, in analytische Phänomenologie: "How could one bring to a mathematical regularity the study of the mass of ever shifting ripples and waves, for was not the highest destiny of mathematics the discovery of order among disorder? [...] This problem of the waves was clearly one for averaging and statistics"¹⁸⁷, konkret vertraut aus seiner mathematischen Analyse der Brownschen Molekularbewegung mittels des Lebesgue Integrals. Wieners autobiographisch definiertes Interesse an den *physikalischen* Aspekten der Mathematik resoniert mit einem Naturerlebnis, resultiert aber letztendlich in der Umkehrung: der physikalischen Implementierung solch mathematischer Analyse in einer Physik zweiter Ordnung: die Hardware des Computers als symbolische Maschine als Appell des des *Technológos*.

Verebbende Wellen hinterlassen am Sandstrand unwillkürlich ihre Konturen. Florens Chladni aber läßt, um 1800, Wellenmuster höchst willkürlich im Sand entstehen. Er versetzt dünne, mit Sand bestreute Scheiben aus Glas oder Metall durch den Bogen einer Violinensaite in Bewegung; hier *kalkuliert* Klang sich selbst in der ältesten Schreibszene von Mathematik. Heute heißt dieser Sand, in seiner reinsten Form, Silizium. Was in Chladnis Klangfiguren noch sonische Modulation von lose gekoppeltem Sand als "Medium" im Sinne Fritz Heiders ist, wird im buchstäblichen Silizium durch bewußte chemische Verunreinigung zur materialen Bedingung einer komputativen Simulation von Welt *als* Welt.¹⁸⁸

Schwingungsforschung

Elektromagnetische Wellen werden mit Maxwells Gleichungen als Raumfeld reeller Zahlen gefaßt und nicht mehr in einer gewaltsamen harmonischen Ästhetik auf ganzzahlige Intervalle reduziert wie die schwingende Saite des pythagoreischen Monochords. In seinen *Recherches sur la courbe qui forme une corde tendue mise en vibration* beschreibt d'Alembert 1747 die Schwingung einer Saite als Verschiebung

185 Norbert Wiener, *Mathematik - mein Leben*, Düsseldorf / Wien 1962, 36

186 Steve J. Heims, John von Neumann and Norbert Wiener. *From Mathematics to the Technologies of Life and Death*, Cambridge, Mass. / London (The MIT Press) 1980, 68

187 Zitiert ebd.

188 Siehe Stefan Höltgen, *Hertz aus Glas. Silicium als Medium in den Medien*, demnächst in: Margarate Vöhringer / Christof Windgätter (Hg.), *Glas. Materielle Kultur zwischen Zeigen und Verbergen*, Bielefeld (transcript)

von der z-Achse in jedem Zeitpunkt t als Funktion $y(z, t)$.¹⁸⁹ Aus der Wellengleichung folgt, "daß die Analyse der schwingenden Saite nicht länger Vertrautheit mit musikalischen Erscheinungen voraussetzte"; an die Stelle von Obertönen und harmonischen Relationen tritt die mathematisch analysierte Dynamik.¹⁹⁰ Aus Sicht der physikalischen Schwingungsforschung ist das Gegenstück zur mechanischen Seitenschwingung aus einem ganz und gar anderen Stoff: der elektrische Schaltkreis aus Kondensator und Spule, der durch einmalige Energiezufuhr - mithin eine arbiträre Störung - in seine abklingende Eigenschwingung versetzt wird, ohne daß ein akustischer Ton erklingt (obgleich diese Oszillation, an Verstärker gekoppelt, im Lautsprecher seinerseits wiederum Sinustöne zu erzeugen vermag).

[Fig.: Schaltung elektrischer Schwingkreis, in: Barkhausen 1958: Bild 107 u. 108]

Der elektrische Schwingkreis ist "Klang" allein im Verständnis *impliziter* Sonik, ein "elektrisches Geräusch" (Barkhausen ebd.). Dieser einmalige Schaltvorgang, der zugleich alle Frequenzen enthält, wird allein für das elektronische Ohr, d. h. in einem nahestehenden Rundfunkempfänger als Knack hörbar.¹⁹¹ Ein Zündfunken ist für Menschenohren ein akustischer Gewaltakt, aus buchstäblich Sicht des Kathodenstrahloszilloskopen hingegen ein millionenfacher harmonischer Schwingungsvorgang (ebd.).

"Musikalisch" ist ein solch abruptes Schwingungsereignis vielmehr in einem epistemischen Verständnis von Musik, im Sinne der mathematischen Anschreibbarkeit von Bewegung. Ihre Frequenz wird in der Thomsonschen Schwingungsgleichung (Lord Kelvin) algebraisch adressierbar. In ihrer Nähe zur Mathematik definiert Medienarchäologie den Klang radikal technophysikalisch - ganz so, wie auch in der technischen Bildverarbeitung ein vielmehr funktionaler Begriff von Bild gegeben ist: "[...] we can formally define a *picture* (or more fully [...] a *picture function*) to be a real-valued function of two real variables."¹⁹² Es ist die komputative Signalverarbeitung, welche eine andere Ästhetik formuliert. Die eigentliche Herausforderung des Klangs von Seiten des *Technológos* ist seine "Aufhebung" in der mathematischen (und damit computerrechenbaren) Matrix.

Sound Studies abseits der auditiven Kultur "crucially ignores the constitutive role that auditory culture plays in determining its object of

189 In: Mém. Acad. Sci. Berlin 3, 1747, 214-249

190 Carl Dahlhaus et al., Hören, Messen und Rechnen in der frühen Neuzeit, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1987, 67

191 Heinrich Barkhausen, Einführung in die Schwingungslehre, 6. Aufl. Leipzig (Hirzel) 1958, 85

192 Azriel Rosenfeld, Picture Processing by Computer, New York / London (Academic Press) 1969, 1

study", kritisiert Brian Kane.¹⁹³ Doch der Gegenstand von Sound Studies ist nicht allein der hörbare Klang. Kanes Otozentrismus gegenüber steht das Eigenwesen von Klang. "Rather than limit sound to what is heard in audition or to the ratios of human perception, Cox argues that sound itself is endlessly creative and self-differing."¹⁹⁴

Wird das menschliche Ohr aus Sicht der Meßmedien als "Nachrichtenorgan" (Küpfmüller) und die musikalische Kognition als neuronale Funktion (und damit in "machine learning" als emulierbar) begriffen, sind auch die Kulturen des Auditiven¹⁹⁵ im Medienzeitalter unvordenklich eine technische Funktion physikalischer Ereignisse. In diesem natur- und technikwissenschaftlichen Sinn wird der Klangbegriff als Sound Science konzipiert, eher denn im kulturwissenschaftlichen Vokabular der Sound Studies.

In der Instrumentalmusik als Kopplung von Mensch und Klangkörper werden die Klangereignisse durch den jeweiligen Geist des Spielers gesteuert. Was aber, wenn die Klangerzeugung vollends dem externen Geräts anheimgegeben sind? Erst mit der Ablösung des musikalischen Klangs von der menschlichen Bewegung durch elektronische Instrumente wird aus kulturtechnischer Performativität eine genuin technologische Operation. "Mit der Entwicklung synthetischer Klangerzeugungsverfahren ist eine spezifisch körperliche Bewegung, die ein entsprechendes physikalisches System in Schwingung versetzt und damit Klang generiert, überflüssig geworden."¹⁹⁶

Im Unterschied zur "musikalischen" Performativität von Klangsignalereignissen liegt deren eigentliche Operativität unterhalb der narrativ konfigurierbaren Handlungsschwelle und entzieht sich gerade deshalb auch den subjekt- oder soziozentrischen Wissenschaftsgeschichten. Die affektive Wirkung von Klang operiert über dessen zeitliche Strukturierung nicht auf dramatischer, sondern mikrozeitlicher Ebene. Werner Meyer-Eppler zufolge steht die Elektroakustik im Bunde mit der Natur des Klangs, nicht mit der Musik als kultureller Form. "Elektr. Klangerzeugungsmittel erlaubten dem Komponisten [...] Klangmaterial selbst zu schaffen."¹⁹⁷ Dementsprechend sei es "[e]rforderlich, auf Terminologie d. Akustik zurückzugreifen und Klänge / Geräusche nicht nach Herkunft, sondern nach physikal. Struktur

193 Kane 2015: 16

194 Kane 2015: 9

195 Siehe Axel Volmar / Jens Schröter (Hg.), Auditive Medienkulturen. Techniken des Hörens und Praktiken der Klanggestaltung, Bielefeld (transcript) 2013

196 "Einleitung", in: Michael Harenberg / Daniel Weissberg (Hg.), Klang (ohne) Körper. Spuren und Potenziale des Körpers in der elektronischen Musik, Bielefeld (transcript) 2010, 7-17 (7)

197 Nachlaß Meyer-Eppler, Bestand-Nr. 64, Stiftung Archiv der Berliner Akademie der Künste, Typoskript "Informationstheoretische Grundlagen der E. Musik", handschriftlich datiert "Karlsruhe 17.2.56", Seite 1

zu benennen" (ebd.). Meyer-Eppler beschreibt 1949 in seinem Buch *Elektrische Klangerzeugung* die neue Möglichkeit zur kompositorischen Musikgestaltung "unmittelbar auf Magnetband" - also immediat zum Medium der elektromagnetischen Induktion, unter Umgehung aller kulturellen Performanz, diesseit der Kulturen des Performativen, und resultierend im "Studio für elektronische Musik" seit Oktober 1951 am damaligen NWDR Köln.

Der ahumane Klang

Die Konstruktion von Hörräumen stand lange Zeit im Zentrum der Audiokultur. Durch die massive Verfeinerung der klangerzeugenden und -registrierenden technischen Apparaturen aber werden Signale bedeutsam, die sich dies- und jenseits der menschlichen Hörschwelle abspielen, und vielmehr im buchstäblichem *Ermessen* der Technologie selbst liegen.

Als systematische Kategorie benennt Sonik die technische Erzeugung klanglicher Phänomene, den durch Instrumente und Apparaturen strukturierten Schall. Das Konzept des Sonischen verfolgt eine dezidiert medienarchäologische Perspektivierung dieses Phänomens. Der Begriff des Klangs macht nicht nur in Bezug auf die auditive Wahrnehmung Sinn. Es gibt impliziten "Klang" als Schwingungsformen, welcher exklusiv auf der Grundlage technischer Apparate der Klangerzeugung und -registrierung überhaupt erst "erhört" wird.¹⁹⁸ "Radio" sind vor allem die hochfrequenten elektromagnetischen Trägerfrequenzen, bevor nach ihrer Demodulation Menschen als niederfrequente Sprache oder Musik hören, was vom eigentlich technischen Radioereignis übrigbleibt. Nur wenn er auf das menschenseitig Hörbare reduziert wird, schließt Klang ein wahrnehmendes Subjekt mit ein. Medientechnisch operationalisierter Klang als Gegenstand von Meßmedien aber ruft nach einer nicht-humanozentrischen Theoriebildung. In der vortechnischen Kultur wurde bislang das Verhältnis von Klang und Musik als Frage danach reflektiert, ob zuerst die musikalische Struktur da sei, oder zuerst der Klang. "Ist der physikalisch reale Klang eine Verkörperung der musikalische Struktur oder ist die musikalische Struktur die Vergeistigung des Klanges? [...] Der Klang ist dann nur Medium [...]." ¹⁹⁹

Eine ahumane Ontologie des Klangs steht dessen kulturdiskursiver Deutung entgegen. "The organization of sound over different timescales

198 Siehe Geoff Cox / Morten Riis, (Micro)Politics of Algoriothmic Music: Towards a Tactical Media Archaeology, in: Alex McLean / Roger T. Dean (Hg.), *The Oxford Handbook of Algorithmic Music*, Oxford / New York (Oxford University Press) 2018, 603-626

199 Hermann Gottschewski, *Die Interpretation als Kunstwerk. Musikalische Zeitgestaltung und ihre Analyse am Beispiel von Welte-Mignon-Klavieraufnahmen aus dem Jahre 1905*, Laaber (Laaber) 1996, 196

is a defining characteristic of music."²⁰⁰ Als Drama ist sie eine symbolische Zeitordnung. Gerade deshalb kann sie, durch Ermittlung der Übergangswahrscheinlichkeiten (Markov-Prozesse), dem *machine learning* der symbolverarbeitenden Maschine *alias* Computer anheimgegeben werden. Demgegenüber ist Klang selbst ein tatsächliches Zeitsignal.

Dies berührt die uralte philosophische Diskussion nach dem Verhältnis von Geist und Materie, die sich bis zu Hanslicks Definition von Musik fortschreibt und das Verhältnis von Musik und Klang analog zu dem von Algorithmen und *computing* stellt. In einer rein mathematischen Deutung ist ein Algorithmus "an abstraction that is independent of programming languages and implementations, and its embodiment in a particular machine implementation is irrelevant."²⁰¹ Doch zum Vollzug kommt ein Algorithmus, jenseits einer bloßen Liste von symbolischem Code, erst in der Materie - angefangen von der menschlichen Rechenoperation mit Papier, Bleistift und Radiergummi (äquivalent zur Turingmaschine), bis hin zum vollelektronischen Computer. "An algorithm becomes real, just as its mental counterparts (thoughts), through its consequences and actions" (ebd.). Musikalische Intention bleibt eine bloße mentale Konfiguration, solange sie nicht zum operativen Diagramm wird: "the resulting musical patterns are material, as propagating sound waves that we can perceive" (ebd.).

[Medienepistemische Resonanzen]

Hermann von Helmholtz kam aufgrund seiner Versuche zur Nervenleitgeschwindigkeit, seiner Resonanztheorie des Hörens und der Dreifarbentheorie des Sehens, welches die Newtonsche Korpuskeltheorie des Lichts durch dessen Wellentheorie ersetzt, zur Erkenntnis, daß "aller Sinnesempfindung Oscillation zum Grunde" liegt.²⁰² Fourier formuliert: "Könnte man die Ordnung, welche die Wärmeerscheinungen beherrscht, den Sinnen wahrnehmbar machen, so würde man einen Eindruck empfangen, der ganz den harmonischen Resonanzen entspricht."²⁰³ Musik wird damit, jenseits des akustisch vernehmbaren Ereignisses, zum Modellfall einer mathematisch begriffenen Welt im Vollzug.²⁰⁴

200 Rebecca Fiebrink / Baptiste Caramiaux, in: McLean / Dean (Hg.) 2018: 181-208 (192)

201 Palle Dahlstedt, Action and Perception: Embodying Algorithms and the Extended Mind, in: McLean / Dean (Hg.) 2018: 41-66 (44), unter Bezug auf: A. Goffey, Eintrag "Algorithm", in: Mathew Fuller (Hg.), Software Studies: A Lexicon, Cambridge, MA (MIT Press) 2008, 15-20

202 Hier zitiert nach Siegert 2003: 300

203 Fourier 1884: xiv

204 Zur Metaphorisierung komplexer techno-mathematischer Verhältnisse durch Begriffe aus der Musiktheorie siehe auch Robin James, The Sonic Episteme: Acoustic Resonance, Neoliberalism, and Biopolitics, Durham / London

Heinrich Hertz war als Assistent des Physikers and Psychoakustikers Hermann von Helmholtz für die Mechanismen der Klangwahrnehmung im menschlichen Gehör sensibilisiert worden. Als Hertz nun seinerseits in seinen Experimenten als Physikprofessor an der Karlsruher technischen Hochschule zur Weihnachtszeit 1887 eher zufällig bemerkte und eher hörte denn sah, daß der überspringende Funke eines Funkeninduktors im Intervall einer benachbarten Drahtspule einen weiteren kleinen Knallfunken hervorrief, benannte er dieses Zeitereignis unwillkürlich mit einem Begriff, den er aus Helmholtz' *Lehre von den Tonempfindungen* kannte: Resonanz. Seitdem gilt der Resonator als Beginn des Radioempfangs *avant la lettre*. Stellvertretend figuriert das sonische Vokabular hier für die Tatsachen der elektromagnetischen Schwingung.

Frequenzen, oder: die Quadratur der periodischen Schwingung (Fourier)

Athanasius Kircher differenziert im Barock in seiner Bauanleitung eines Schalltrichters ein *medium physicum* und ein *medium mathematicum*.²⁰⁵ Newton, Huygens und schließlich Euler propagierten die Wellennatur von Licht und Ton. Der entscheidende Faktor zur medientechnischen Implementierbarkeit dieser Erkenntnis einer auf Schwingungen beruhenden Welt, die mehr Klang- denn Welt"bild" ist, trägt den Namen Jean Baptiste Joseph Fourier. Fourier gelingt gerade mit dem puren Gegenteil sinnlicher Erkenntnis, nämlich durch die Operationen geometrischer Trigonometrie, am Beispiel der Ausbreitung der Wärme 1807 der mathematische Nachweis, daß jede willkürliche Funktion in eine Reihe harmonischer Sinusschwingungen aufgelöst werden kann. Auch Hans Christian Oersted entdeckt im Zusammenhang mit seiner Erforschung der Relation von Elektrizität und magnetischen Feldern, daß alles Veränderliche analytisch betrachtet auf analogen Schwingungen basiert; damit kommt es zur Hochzeit von Elektrizität und Akustik. Deren Frequenzraum ist eine genuine Zeit-Schrift jenseits der musikalischen Notation. Selbst eine Rechteckwelle ist demnach in (unendlich viele) Sinusfunktionen auflösbar - ein infinitesimaler Limeswert des Analogen zum Digitalen²⁰⁶ im Akt der Quantisierung.

Fouriers Vorwort zu seiner *Analytische[n] Theorie der Wärme*²⁰⁷ weist am Rande darauf hin, daß die durch eine mathematische Maschine (als Diagramm) betriebene und später nach ihm selbst benannte Analyse nicht nur thermodynamische Prozesse, sondern auch die "Vibration tönender Körper und Oszillation von Flüssigkeiten" zu beschreiben

(Duke University Press), 2019

205 Stefan Hoffmann, *Geschichte des Medienbegriffs*, Hamburg (Meiner) 2002, 64 ff.

206 Dazu Siegert 2003: 242 ff.

207 Deutschsprachige Ausgabe Berlin 1884

vermag. Laut Gilles Deleuze ist dies ein Erbe der "operativen Funktion" des Barock: das Modell des dynamischen (und nicht statisch-ornamentalen) Faltenwurfs. Reizungen der Materie lösen in Leibniz' Vorstellung "Schwingungen oder Oszillationen" aus, welche als Bewegungen in Töne übersetzt werden können.²⁰⁸ Deren unklanglicher Kehrwert aber ist Leibniz' Differentialrechnung. Wo mathematische Analyse in technische Synthese umschlägt (so wie Alan Turings Modellrechner von 1936/37 die vormalige Mathematisierung der Mechanik in die Mechanisierung der Mathematik selbst überführte), kommt das Medienwerden von Theorie, der *Technológos*, zum Zug - bis hin zum *Vocoder* zur elektroanalytischen Erzeugung von Stimmen aus einzelnen Frequenzbändern. Hier entbirgt sich ein Mediengesetz: Was im Falle des Helmholtzschen Resonators oder seiner Doppelsirene noch ein analytisches Klangmeßinstrument ist, schlägt potentiell immer auch um in Klangsynthese, als Bedingung sonischer Massenmedien.

Das 18. Jahrhundert kannte Singvogeldosen, in denen Kurvenscheiben den Luftstrom zum erwünschten Ton modulierten. Für Kolbenflöten gilt, daß erst die Unterbrechung, also Diskretisierung des Luftstroms das Spielen von Melodien aus klaren Einzeltönen ermöglicht.²⁰⁹ Charles Cagniard de la Tours technische Sirene übersetzte die Tatsache, daß ein mechanischer Ton auf der regelmäßigen Folge vervielfachter Stöße beruht, in eine pneumatische Apparatur.²¹⁰ Mit der Deutung von Schall als Luftdruckpulsen statt als kontinuierlicher Wellen sowie mit der elektromagnetischen Induktion und Entdeckung des Wechselstroms war die Metapher des Fluidums bereits diskretisiert worden²¹¹ und die digitale Analyse *avant la lettre* impliziert.

Klanganalyse als Medientheorie: Hommage à Meyer-Eppler

Schall selbst ist ein bloß physikalisches Medium, aber auf medienarchäologischer Ebene ist Klang *im* technischen Medium. Medienästhetik meint aus dieser Perspektive nicht exklusiv die menschliche Wahrnehmung, sondern ergänzend, rivalisierend, geradezu befreiend auch das Wissen, das Hören der Meß- und Rechenapparate selbst. Techno-mathematische Medien sind nicht nicht schlicht ein Faktor

208 G. W. Leibniz, Neue Abhandlungen über den menschlichen Verstand II, Kap. 12, § 1: Philosophische Schriften, Darmstadt (Wiss. Buchgesellschaft) 1985-1992, Bd. III/1, 181. Dazu Gilles Deleuze, Die Falte. Leibniz und der Barock, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 1995, 11 ff.

209 Siegfried Wendel, Das mechanische Musikkabinett, Dortmund (Harenberg) 1983, 79 u. 102

210 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 Bd. 12 (1819), 167 ff.

211 Siehe Hillel Schwartz, Making Noise. From Babel to the Big Bang and Beyond, New York (Zone Books) 2011, 408

ästhetischer Wahrnehmung, sondern verfügen über eine ihnen genuin eigene, angemessene Form der "Wahrnehmung" von Klang und Musik. Am Oszilloskop, in Sonagrammen und als Diskrete Fouriertransformationen ist diese *aisthesis* längst Praxis. Die Verkehrung des Klangs zur Algebra ist keine rein mathematische Analysis, sondern ebenso technologischer Natur.

Nicht von ungefähr wurde Musik als Appell des Sonischen vor allem von Physikern, Mathematikern und Kybernetikern begriffen. Hier artikuliert sich die epistemologische Nähe der techno-mathematischen Medienwissenschaft zur systematischen Musikwissenschaft. An der Technischen Universität zu Berlin wurde vor einem halben Jahrhundert eine Vorlesungsreihe initiiert, die im Buch *Klangstruktur der Musik* 1955 ihren Niederschlag fand²¹², mit einer spezifisch medienwissenschaftlichen Perspektive auf Klang - und das sind seine Frequenzspektren. Medientheorie und Musik konvergieren in der mathematischen Analyse. Konkret gilt dies für die Klanganalyse. Eine (im symbolischen Sinne des Quadratwurzelzeichens "V") medienarchäologische Ästhetik von Klang läßt sich auf die mathematische Anstrengung ein, weil sie dafür mit Musik belohnt wird. Operative Mathematik ist, in fast jedem Sinne, das Geheimnis hinter den ubiquitären digitalen Klängen.

Neben den üblichen Verdächtigen einer nachrichtentechnisch und mathematisch informierten Kommunikations- als Medientheorie (Claude Shannon, Norbert Wiener) kommt der allzu schnell verklungene Name Werner Meyer-Eppler ins Spiel, wenn es um die dezidiert akustische und sonische Applikation dieser Theorien geht. Meyer-Eppler studierte Mathematik, Physik und Chemie; seine Dissertation an der Universität Bonn behandelt 1939 *Eine Anordnung zur direkten photoelektrischen Ausmessung von Funkenspektren*. Im September 1942 habilitiert er sich an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät derselben Universität mit einer (*avant la lettre*) medienwissenschaftlichen, weil die Rolle von Meßmedien im Zustandekommen von naturwissenschaftlichen Daten behandelnden Schrift über *Verzerrungen, die durch die endliche Durchlaßbreite physikalischer Apparate hervorgerufen werden, nebst Anwendung auf die Periodenforschung*. "Periodenforschung" ist das Stichwort, das ins Zentrum der neuzeitlichen Episteme weist, wo eine dynamische Welt aus Schwingungen die quasi-stationäre antike Welt aus numerisch-kosmischen Proportionsverhältnissen ersetzt; ihr meßmediales Sinnbild ist das Oszilloskop.

Als Dozent für experimentelle Physik teilte Meyer-Eppler die Hinwendung zu akustischen Prozessen aus naturwissenschaftlicher Perspektive mit Hermann von Helmholtz, Sigmund Exner sowie Erich Moritz von Hornbostel. Inmitten des Zweiten Weltkriegs verfaßt er den Aufsatz "Die

212 F. Winckel (Hg.), *Klangstruktur der Musik. Neue Erkenntnisse musik-elektronischer Forschung*, Berlin (Radio-Foto-Kinotechnik) 1955

Untersuchung von Schwingungsvorgängen mit dem Projektionsperiodographen". 1947 wechselt er die Fakultäten, als ihn das Phonetische Institut an der Philosophischen Fakultät engagiert - zugleich ein Hinweis darauf, wie Medienwissenschaft in beiden Fakultäten anzusiedeln ist. Das Bonner Institut nennt sich später in "Kommunikationsforschung und Phonetik" um; markant ist in diesem Zusammenhang, daß damit kein publizistischer Begriff von Kommunikation, sondern Informationstheorie im Sinne Shannons gemeint ist. Meyer-Eppler beruft sich in seinem Basler Vortrag "Metamorphose der Klangelemente" 1955 ausdrücklich auf Shannons Nachrichtentheorie, da erst diese ermöglicht, "verbindliche", also nicht nur kulturästhetisch arbiträre, "Aussagen über Schallstrukturen" zu gewinnen. Meyer-Epplers Vortrag wendet die mathematische Theorie der Kommunikation auf elektronische Musik "wie überhaupt jedes akustische Geschehen"²¹³ an. Dieses sich-Einlassen bedeutet zugleich eine radikale Abwendung von kontinuierlichen Vorstellungen. Die aus Shannons diskreter Mathematik gezogenen Konsequenz lautet: "Es gibt nur eine endliche Zahl von akustisch unterscheidbaren Schallereignissen von nicht unbegrenzter Dauer" - und gerade diese Unterscheidbarkeit ist die Bedingung für das Informationsmaß. "Nicht der kontinuierliche Schwingungsverlauf, das Oszillogramm, ist deshalb das angemessenste Beschreibungsmittel, sondern das diskontinuierliche Schema, die Matrix" (zitiert ebd.). Gemeint ist hier sehr konkret das Zeit-Frequenz-Spektrum nach Gabor - eine zweidimensionale, diskontinuierliche Matrix, die Meyer-Eppler nicht nur zur Analyse von Klangereignissen, sondern zugleich auch als Partitur und Baumaterial für elektronische Kompositionen in *Mosaiktechnik* empfiehlt. Zweidimensionale, diskontinuierliche Matrizenmathematik war schon für Werner Heisenberg (in Differenz zu Erwin Schrödinger) das quantentheoretische Instrument, dem Welle/Teilchen-Dualismus beizukommen. An anderer Stelle beschreibt Meyer-Eppler die "matrizielle Notation" mit Blick auf das Sampling-Theorem (von ihm als "Auswahl-Theorem" übersetzt). Dessen informations- und nachrichtentechnische Mächtigkeit erstreckt sich auf jeden beliebigen Schwingungsvorgang, "von dem lediglich verlangt wird, daß er keine Frequenzkomponenten außerhalb des Hörbereichs hat und von begrenzter Dauer ist"²¹⁴. Ein Schwingungsvorgang läßt sich damit stets durch eine endliche Zahl von reellen oder komplexen Amplitudenwerten "völlig eindeutig darstellen"²¹⁵. Dies ist ein neuer Begriff von *high fidelity*, von Klangsignal "treue", geboren aus der Medienanalyse selbst, insofern sie eine technomathematische ist. Zugleich ist mit der Begrenzung auf den "Hörbereich" der medienanthropologische Maßstab (und damit die Beschränkung) des Sampling-Theorems in aller Deutlichkeit

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

214 Meyer-Eppler 1955: 150

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

ausgesprochen, während Medienarchäologie auch Medienvorgänge erhört, die menschlichen Sinnen fern sind.

Elektronische Musik zwischen Klang und Zahl (Meyer-Eppler)

Meyer-Eppler zufolge ist es angemessen, akustische Klangstrukturen "durch das Zeit-Frequenz-Schema" zu beschreiben - wodurch sie für die mathematische Kommunikationstheorie zugänglich werden, als "E.Musik wie überhaupt jedes akust., Geschehen"²¹⁶. Dieser *klangästhetische* Perspektivwechsel wird von der elektronischen Apparatur selbst nahegelegt, dem Tonband: "E.Kompositionstechnik bedient sich zur zeitlich-frequenzmäß. Metamorphose des Mittels der Bandwiedergabe m. veränderter Geschwindigkeit. [...] Umgekehrt läßt eine Verminderung der Bandgeschwindigkeit zeitliche Phänomene deutlich werden, die bei normaler Geschwindigkeit nicht wahrgenommen werden."²¹⁷

Die Kehre von der sonischen Wellenform zur numerischen Adressierung der Amplituden ihrer Komponenten in ihren jeweiligen Frequenzen steht im Bunde mit den Eigenschaften des menschlichen Ohres höchstselbst. Helmholtz beschrieb dessen Fähigkeit, Schall spektral zu analysieren. Meyer-Epplers Typoskript von 1956 thematisiert die "wesentliche Erkenntnis", daß für das menschliche Gehör lediglich eine "endliche Zahl von akustisch unterscheidbaren Schallereignissen von nicht unbegrenzter Dauer" existiert.²¹⁸ "Nicht der kontinuierliche Schwingungsverlauf (Oszillogramm) angemessenstes Beschreibungsmittel, sondern diskontinuierliches Schema, Matrix"²¹⁹; dementsprechend folgt Meyer-Epplers Verweis auf die Gabor-Matrix, die den Klang als Zeit- *und* Frequenzereignis zu fassen sucht. Eine solche Analyse läßt sich strukturanalog zum implizit sonischen Wesen operativer Medientechnologien erweitern und aktualisieren, zum Vernehmen des Klangs von *computing*.

[Gabors Quantelung des Akustischen]

Um den Preis, daß dies eine infinite, zeitlose Klangform unterstellt, wurde mit der Fourieranalyse die Zeitdimension von Klang technomathematisch in den Frequenzraum überführt. Damit kehrte eine wissenschaftsgeschichtlich vertraute Form von "Musik" wieder ein: die symbolische Adressierung und Ordnung von Klang im numerischen Begriff. Doch diesmal ist es keine schlichte Rückkehr zur pythagoreischen Harmonik ganzzahliger Intervalle, sondern eine Technologifizierung des Klang- als Zeitereignisses selbst.

216 Typoskript Meyer-Eppler 1956: Seite 1

217 Typoskript Meyer-Eppler 1956: Seite 5

218 Typoskript Meyer-Eppler 1956: Seite 2

219 Typoskript Meyer-Eppler 1956: Seite 5

Es kommt nicht von ungefähr, daß diese Sicht vor allem von Physikern, Mathematikern, Informatikern, allgemein: von Natur- und Technikwissenschaftlern getragen wurde. Deren Antwort auf die Frage nach der Musik lautet eindeutig: Klang; diesem Appell des Sonischen schließt sich Medienarchäologie an. Doch die detaillierte Frequenzanalyse akustischer Vorgänge ist nicht hinreichend zur Erklärung eines Phänomens namens Klang; erst die operative Mathematik der *wavelets* kommt heute im Computer dem nahe, was das menschliche Gehör längst leistet: akustische Signale zugleich als Zeitfunktion und als Frequenzspektrum zu integrieren.²²⁰

Bezeichnet B die spektrale Breite des akustischen Ereignisses und T seine Dauer, bedarf es höchstens $n = 2BT$ reelle Amplitudenwerte ("Informationsquanten" oder "Logonen") zu seiner klanggetreuen Darstellung (im Sinne der sinnesanthropologischen Beschränkung). Von hier aus erfolgt der Schritt zu den Gaborschen "Elementarsignalen", die je aus einer "gaußisch berandeten Sinus- oder Kosinusschwingung" bestehen. Ein akustisches Elementarteilchen verschiedener effektiver Dauer Δt läßt sich mathematisch in graphischer Form darstellen, oder in reeller Schreibweise²²¹. Genau deshalb werden in der Medienwissenschaft entsprechende Textstellen in LaTeX verfaßt.

Vier Parameter kennzeichnen ein Gaborsches Klangatom: die zeitliche Lage t_0 , die frequenzmäßige Lage ν_0 , das Zeitintervall Δt (die "effektive Dauer") und die komplexe Amplitude c . Und so werden physikalische Ereignisse (akustische Signale) als "Informationszellen" rechenbar und lassen sich zu einer "Kompositions-Matrix" anordnen.²²²

Gabor holte im Namen der "subjective acoustics" die Zeit zurück in die Klanganalyse, welche Fourier durch seine Transformation vom Zeit- in den Frequenzbereich extrapoliert hatte. Zunächst referiert Gabor die von Ohm und Helmholtz entwickelte Theorie des Hörens: "The ear analyses the sound into its spectral components, and our sensations are made up of the Fourier components, or rather of their absolute values. But Fourier analysis is a timeless description in terms of exactly periodic waves of infinite duration. On the other hand, it is our most elementary experience that sound has a time pattern as well as a frequency pattern. This duality of our sensations finds no expression either in the description of sound as a signal $s(t)$ in function of time, or in its representation by Fourier components $S(t)$. A mathematical description is wanted which *ab ovo* takes account of this duality. Let us therefore consider both time and frequency as co-ordinates of sound"²²³ - eben so, wie auch in operativen

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

221 Abbildung in Meyer-Eppler 1955: 150

222 Abbildung in Meyer-Eppler 1955: 151

223 Denis Gabor, Acoustical Quanta and the Theory of Hearing, in: Nature Nr.

Rechentechnologien der zeitlose Symbolbegriff und der zeitkritische Signalbegriff ineinslaufen.

Inspiziert von Werner Heisenbergs "Unbestimmtheitsprinzip" in der Quantenmechanik definiert Denis Gabor das akustische *logon*, "an elementary signal that has *both* frequency and time aspects, respectively corresponding to momentum" - der kinetische Impuls - "and position of a particle"²²⁴. Tatsächlich hebt sich die Dichotomie im lateinischen Begriff des *momentum* auf, der für die „Dauer einer Bewegung“) steht. Gabor konzipiert Zeit und Frequenz nicht als alternative Existenzweisen, sondern koexistente Dimensionen jedes Klangereignisses. "If the term 'frequency' is used in the strict mathematical sense which applies only to infinite wave-trains, a 'changing frequency' becomes a contradiction in terms, as it is a statement involving both time and frequency."²²⁵ Bisher waren akustische, optische, und elektrische Signale entweder als eine Zeitfunktion oder als multiple Frequenzen in der Fourieranalyse adressiert worden. Gabor analysiert beide nun simultan - um den Preis gegenseitiger Minimierung respektive Maximierung der Unschärfe.

Die Aufhebung von Klangzeit in der Zahl: "quefrecies"

Von Seiten der materialistischen Ontologie wird Klang zumeist vom Sinus einerseits, oder vom Rauschen andererseits her verstanden, also von der stetigen Wellenform, der analogen Schwingung her, oder eben von Seiten des Weißen Rauschens im Fall der subtraktiven Klangsynthese.

In Antike und Scholastik aber wird der *sonus* (etwa bei Nicole von Oresme) als abzählbar definiert, als Ketten von *pulsus*, und damit *a priori* in den Frequenzraum überführt, mathematisiert zugunsten der diskreten Maschine - denn binäre Impulsketten sind die einzige Sprache, welche Digitalcomputer verstehen.

Als Signal ist die eigentliche Botschaft des Klangs, abgesehen von allem akustischen Inhalt, seine Zeitform. In seiner Adressierung als Frequenzspektrum aber wird der Klang nicht nur unhörbar, sondern auch entzeitlicht: mathematisch sublim, eine Art Akusmatik epistemischer Art. Der Sinn des Computers für Musik ist vielmehr Rhythmus denn Klang.²²⁶

4044 (Mai 1947), 591-594 (591)

224 Julian Rohrhuber, Algorithmic Music and the Philosophy of Time, in: McLean / Dean (eds.) 2018: 17-40 (28)

225 Dennis Gabor, Theory of Communication. Part 1: The Analysis of Information; Part 2: The Analysis of Hearing; Part 3: Frequency Compression and Expansion, in: Journal of the Institution of Electrical Engineers vol. 39, no. 6 (1946), 429-441; 442-445; 445-457 (431)

226 Siehe Shintaro Miyazaki, Das *Algorhythmische*. Microsounds an der Schwelle zwischen Klang und Rhythmus, in: Axel Volmar (Hg.), Zeitkritische Medien, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009, 383-396

Fourieranalyse überführte um 1800 das Klangsignal selbst von der Zeit in den Frequenzraum; der Klang als Signal wurde durch seine Algebraisierung, durch seine mathematische Formel "aufgehoben", der Zeit enthoben. Computermusik ist lediglich dessen Wiederverzeitlichung. In Aristoteles' Physik, Buch IV, ist Zeit selbst schon als arithmetische Bemessung einer Bewegung definiert. Die Arithmetisierung des Klangs ist damit seine Logifizierung als Re"musikalisierung".

Werden Tonhöhen in Frequenzzahlen anschreibbar, ermächtigt sich der rechnende *lógos* der bisherigen Physik des Klangs. "Dadurch wandeln sich die pythagoreischen Intervalle als 'Größen im Raum' - das heißt als Verhältniszahlen von Längenmaßen auf den Saiten eines Monochords - zu 'Schwingungen einer Saite pro Sekunde, also Größen in der Zeit'."²²⁷ Aber diese Zeit ist eine mathematische. Das Frequenzspektrum mit seinen Amplitudenwerten der einzelnen Teilschwingungen erfaßt immer nur einen Moment, also gerade nicht die zeitliche Ausdehnung eines Klangs. Erst mit dem Zeit-Frequenz-Graph (dem Sonagramm) als Reihe solcher Ausschnitte nähert sich diese Analyse dem Zeitverlauf wieder an und wird im 3D-"Waterfall-Display" sinnfällig - "besonders, wenn die Analyse in Echtzeit geschieht"²²⁸.

Im Klangberechnungskonzept des Capstrum kehrt die Zeitachse in den Frequenzraum selbst wieder ein - "als ob". Die damit verbundenen Neologismen verkehren verschiedene Begriffe aus dem Feld der Signalverarbeitung wie Spektrum, Frequenz, Phase, und Analyse in Anagramme, namentlich: *cepstrum*, *quefreny*, *saphe*, und *alanysis* (sic). Diese plakative Heransgehensweise behandelt Frequenzraumdaten, als ob es sich um Zeitdomänendaten handelte. In dem daraus resultierenden neuen Datensatz werden entlang der x-Achse die *quefreny*-Werte in Sekundeneinheiten angegeben, die indes tatsächlich Änderungen im Frequenzspektrum bezeichnen. Der Begriff der *quefreny* betont, daß die auf der Achse eingetragenen Sekunden nicht mehr jener Zeit entsprechen, die Menschen dafür halten.²²⁹

Bislang herrschte im abendländischen Wissensraum die Trennung von symbolischer Adressierung des Klangs (die musikalische Notation) im Unterschied zum physikalischen Zeitsignal. Nun holt die symbolische

227 Friedrich Kittler, "Vernehmen, was du wöhnst". Über neuzeitliche Musik als akustische Täuschung, in: Kaleidoskopien, Heft 2 / 1997 (Themenheft: Surround. Zur Architektonik akustischer Räume), 8-16 (11)

228 Eintrag "Klanganalyse", in: Bernd Enders, Lexikon Musikelektronik, überarb. u. erw. Neuausgabe xxx (Atlantis Musikbuch-Verlag) 1997, 142

229 Siehe B. P. Bogert, M. J. R. Healy und J. W. Tukey: The Quefreny Alanysis of Time Series for Echoes: Cepstrum, Pseudo-Autocovariance, Cross-Cepstrum, and Saphe Cracking. Proceedings of the Symposium on Time Series Analysis, hg. v. M. Rosenblatt, Kapitel 15, New York (Wiley) 1963, 209-243; dazu auch der Artikel "Reflecting on Echoes and the Cepstrum: A Look at Quefreny Alanysis and Hearing", <http://www.libinst.com/cepst.htm>, Zugriff 13. Juli 2020

Maschine mit Digitaler Signalverarbeitung und Schneller Fouriertransformation den Klang wieder in das symbolische Regime (*lógos*) ein. Klang läßt sich nicht länger auf seine schiere Materialität reduzieren; vielmehr emergiert eine Logifizierung des Klangs im Unterschied zur bloßen Sonifikation von Daten.

Klang ist insofern materialisierte Zeit, als er eine Form von Bewegung darstellt, die das Ohr - mit Leibniz formuliert - "unbewußt" (*nesciens*) abzählt, ganz in der Tradition der aristotelischen Definition von Zeit als Maß der numerischen Abzählung einer Bewegung. Dementsprechend mag die bisweilen transzendente Kategorie "Klang" als abstrahierender Begriff für alle möglichen Formen von Bewegungen wieder in seine genuin sonischen, d. h. temporalen Existenzweisen repluralisiert und rückübersetzt werden. "A sonic quality [...] is an oscillatory movement [...] that consists of nothing else / but a cluster of *multiple* moments of a spectrum of frequencies, which in itself have no momentary existence: when one of them happens, the next is still to be expected and the previous has already disappeared."²³⁰ Seit Augustins spätantiker Diskussion des präsentistischen Zeitbegriffs in Buch XI seiner *Concessiones*, bis hin zu Husserls Phänomenologie, korreliert das "innere", subjektive Zeiterlebnis mit dem Wesen des Klangs selbst: Ein Lebewesen ohne "retentives" Kurzzeitgedächtnis (*retentiva*) würde keinen *sonus* wahrnehmen, denn da er wie jede Bewegung eine *res successiva* ist, muß er aus der Vergangenheit abgeleitet werden.²³¹

Musik als klanglich verwirklichte Mathematik?

Zum expliziten Klang wird die musikalische Notation als eine symbolische Ordnung, genauer: als Ordnung von Symbolen, erst im technischen Vollzug als Zeitsignal. Das implizit Chronosonische ist die eigentliche Medienbotschaft (im Sinne McLuhans) dessen, was Menschen ansonsten als musikalischen Inhalt erfahren. Erst als real erklingend manifestiert sich der konventionelle "Klang"; das mit und *innerhalb* von Elektronik und ihren Schaltungen einhergehende Klanggefüge (das implizit Sonische) ist indes nicht-akustischer Natur. Lautsprechermusik ist eine Rückübersetzung der impliziten Sonik des elektromagnetischen Feldes (als Effekt von periodischem Wechselstrom) zum Zweck ihrer sinnlichen Vernehmbarkeit; ganz andere Weisen seiner Wahrnehmung sind indes die analytischen Kurven oszilloskopischer Meßmedien, oder sein mathematischer Ausdruck.

Michel Foucaults wissensarchäologische Epistemologie war ausdrücklich

²³⁰ Rohrhuber 2018: 17 f.

²³¹ Nicole Oresme, *Quaestiones de anima*, zitiert hier nach: Ulrich Taschow, *Nicole Oresme und der Frühling der Moderne. Die Ursprünge unserer modernen quantitativ-metrischen Weltaneignungsstrategien und neuzeitlichen Bewußtseins- und Wissenschaftskultur*, Bd. 2, Halle (Avox) 2003, 673

durch die serielle und Zwölfton-Musik (namentlich Boulez und Barraqué) beeinflusst.²³² In diesem impliziten Sinne läßt sie sich als sonische *mathesis* vernehmen. In der pythagoreischen Tradition wird Musik primär als implementierte Mathematik verstanden und von daher auch so vernommen. Dieses geometrische Verständnis ist indes taub für den dynamischen Charakter der harmonikalen Proportionen. Musik wird in der antiken Theorie als operative Mathematik verstanden, und Leibniz' fand für eine auditive Mathematik den Begriff der zählenden *pétites perceptions*. Doch ist das Zahlenmaterial selbst nicht schon ihr Klang. So existiert auch keine "digitale" Musik an sich. Was Menschen wahrnehmen, sind erst deren "digital-zu-analog"-Ableitungen. Dem steht ihr medientechnischer Begriff entgegen: die Oktave als Frequenzereignis. Die physische Operativierung statischer algorithmischer Symbolketten gelingt erst im zeitlichen Vollzug, mithin: maschinell. Elektroakustische Prozesse aber werden von physikalischen zu komputativen erst in dem Moment, wo sie nicht nur geschaltet und gesteuert, sondern logisch beherrscht, am Ende auch kalkuliert werden - im buchstäblichen Sinne techno-logischer Medien. Rekursiv kehrt die mathematische *mousiké* in der sonischen Welt als buchstäblicher Kehrwert zyklischer Klangperioden, nämlich in seiner maschinell rechenbaren Taktfrequenz, wieder ein - und damit in den Grenzen der Berechenbarkeit (Turing 1937).

ELEKTRONISCHE "MUSIK" ODER "KLANG"?

Elektroakustik ungleich Musik

Die Emanzipation der Eigenzeitlichkeit des Klangs von der symbolischen Zeitordnung namens Musik hat keinen menschlichen, sondern technischen Grund: Mit Phonographie und Elektroakustik wurden Schallspeicherung und -erzeugung erstmals körperlos, und vom kulturellen Zeichen zum physikalischen Signal. Für die Verkörperung von Klang unter Umgehung des Menschen prägte Werner Meyer-Eppler den Begriff der "Elektronischen Musik"; für diesen kulturfernen Begriff bedurfte es des Blicks eines in der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät geprägten Forschers. Ähnlich radikal war die techno-musikalische Perspektive des finnischen Elektrotechniklers und Klangkünstlers Erkki Kurenniemi; Kurenniemi "came to the music world by way of science. [...] distance from the classical music tradition was not a barrier for him. The emerging field of electronic music and its production technology freed the composer from the traditional 'composer-score-interpreter' hierarchy."²³³ Die logische Konsequenz seiner Experimente mit automatisierten Kompositionsprozesse lautete

232 Siehe W. E., Das Gesetz des Sagbaren. Foucault und die Medien, in: Peter Gente (Hg.), Foucault und die Künste, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 2004, 238-259

233 Petri Kuljuntausta, Forward, in: Joasia Krysa / Jussi Parikka (Hg.), Writing and Unwriting (Media) Art History. Erkki Kurenniemi in 2048, Cambridge, Mass. (MIT Press) 2015, 225-229 (225)

von daher: "[T]he score of electronic music work is actually its circuit diagram."²³⁴ Mit dieser materiellen Implementierung (statt metaphorischem "embodiment") wird Musik erst als Klangtechnik operativ.

Aus der Allianz von elektrotechnischer Signalgeschwindigkeit und ihrer im Computer implementierten mathematischen Durchdringung resultierte ein neuer Begriff "musikalischer" Prozesse. Akustische Verläufe und medientechnischer Vollzug offenbaren eine in ihrer kritischen Zeitlichkeit begründeten Wesensverwandtschaft; zum Medien"kanal" wird hier die Zeit selbst. Karlheinz Stockhausen antwortet auf die neuen Optionen technischer Zeichachsenmanipulation 1956 mit seinem Artikel "Wie die Zeit vergeht" (flankiert von der Komposition *Zeitmaße*). Hierin erfahren Leser und Hörer eine neue akustische Zeit: die sonifizierte Ästhetik der differentiellen Phasenverschiebung, wie sie als kompositorisch beherrschtes Δt erst im "analogen" Synthesizer, später im echtzeitfähigen Rechner, möglich und realisierbar wurde, um im physikalischen Ton und subharmonischen Ertönen zu resultieren.

Der Begriff der "Elektroakustischen Musik" verriet bereits eine Verunsicherung in der vertrauten kulturellen Semantik. Der Befreiungsakt des medienarchäologischen Vernehmens liegt darin, daß es Klanganalyse und -erzeugung nicht immer schon dem Fluchtpunkt des kulturell emphatischen Musikbegriffs unterwirft. Die nicht-musikalischen Schallphänomene bilden eine Welt, die von elektronischem Meßgerät besser erhört wird als von Menschenohren; Meßmedien agieren hier als aktive Archäologen von Klang. Dennoch haftet dem Begriff der Elektronischen Musik die musikalische Semantik scheinbar unauslöschlich an, etwa im Namen der internationalen Organisation des Electroacoustic *Music* Studies Network (EMS). Inwieweit vermögen Begriffe wie „elektro-akustische Musik“, „Computermusik“, sowie „elektronische Musik“ Konzepte des Klanglichen und des Musikalischen diesseits und jenseits von traditionellerweise als „musikalische Klänge“ oder als „Musik“ bezeichneten Phänomenen, also über die musikwissenschaftliche Forschung oder Sound Studies hinausgehend, zu fassen? Eine Grundlagenforschung von Klang, so die These, ist zunächst nichts "Musikalisches".

Im Pariser Studio des 1942 gegründeten Club d'Essai de la Radiotélévision Française definierte der Leiter der Groupe de Recherches de Musique Concrète, Pierre Schaeffer, die zunächst phonographisch, dann magnetophon aufgezeichneten Alltagsklänge als "unmittelbare Berührung mit dem Klangstoff, ohne dazwischengeschaltete Elektronen."²³⁵ Die Ästhetik des "gefundenen Klangs" aber ist mithin das

234 Kuljuntausta 2015: 226

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

Gegenteil von Klangforschung mit dem spannungsgesteuerten Synthesizer, also der wirklich *elektronischen* Musik, worin ein hochtechnischer Prozeß zum genuinen Medienprozess eskaliert - etwa der (zunächst tastaturlose) Moog Synthesizer von 1964. Manuell im Sinne von "hands-on instruments" ist an der Spannungssteuerung nur noch der Drehmoment der technischen Regler, als kybernetische Steuerung i. U. zum klassischen Instrumentalspiel. Zur Veränderung der musikalischen Funktion ist kein manueller Eingriff am Gerät selbst mehr notwendig: "[...] Veränderungen von musikalischen Bestimmungsgrößen wie Tonhöhe, Lautstärke, Klangfarbe, Schnelligkeit von Tongruppen usw. werden nicht mehr nur durch manuelle Betätigung [...], sondern durch abrufbare Spannungsfolgen bewirkt."²³⁶ Damit löst sich der Klang vom Körper und transformiert von einer Kulturtechnik zum Mediengeschehen.

Im technikhistorischen Sinne fast parallel entstanden, bilden das 1876er elektrisch induktive Telephon Alexander Graham Bell und 1877 Thomas Alva Edisons mechanischer Klangspeicher Phonograph medienepistemologisch grundverschiedene Welten. Eine Medienarchäologie des Klangs schreibt sich von solchen Bruchstellen aus. Erst die - nahezu zeitgleich zum elektro-akustischen *Telharmonium* Thaddeus Cahills entwickelten - Elektronenröhre ermöglicht "elektronische Musik" und den damit (im wohldefinierten Sinne) einhergehenden *impliziten* Medienklang aus hochfrequenten Signalen: Sonik. Elektronische - im Unterschied zu elektro-mechanischen - Musikinstrumente sind solche, "die auf rein elektrischem Wege und nicht mittels mechanischer Zwischenelemente Wellen erzeugen, die in akustische Schwingungen umformbar sind"²³⁷.

Der Fluchtpunkt "Musik" stellt eine wissenshistorisch diskursive und akademische Disziplinierung kulturtechnischer Klangereignisse dar, und damit auch eine Begrenzung des Vernehmens genuin sonischer Prozesse. Der Ansatz des implizit Sonischen sucht Wissen und *aisthesis* schwingungsförmiger und rhythmischer Vorgänge *sui generis* zu verhandeln, also als Signalereignisse mit einem medientechnologischen *fundamentum in re*, ohne dabei immer schon den Bezug zum physikalischen Schall, zur humanen Physiologie, oder zum kulturellen Signifikat einer "Musik" herstellen zu müssen. Mit dem Fokus auf Klang als Zeitsignal geht es vielmehr um eine (Wieder-)Entdeckung von *mousiké*.

²³⁶ Hans Ulrich Humpert, Elektronische Musik. Geschichte, Technik, Kompositionen, Mainz et al. (Schott) 1987, 90

²³⁷ Werner Meyer-Eppler, zitiert nach: Elena Ungeheuer, Wie die elektronische Musik "erfunden" wurde ... Quellenstudie zu Werner Meyer-Epplers Entwurf zwischen 1949 und 1953, Mainz et al. (Schott) 1992, 80. Siehe auch Folkmar Hein, Trennung von menschlicher und maschineller Kraft. Wirkungen neuer Technologien auf die elektroakustische Musik, in: Neue Zeitschrift für Musik, Heft 4 / 2019 (Themenschwerpunkt "Technologie"), 42 f.

Zur Emanzipation des elektronischen Klangs von der Musik und seiner "special effects", die mehr sind als ein musikalisches Ornament, bedurfte es einer technologischen Infrastruktur, eines "Ge-Stells" im Sinne Heideggers. Die Möglichkeitsbedingung einer implizit sonischen Ästhetik ist unhintergebar ihr technisches Apriori; von daher erklärt sich die Blüte elektroakustischer Studios in den Rundfunkanstalten der Nachkriegszeit, etwa das Kölner Studio für Elektronische Musik des (N)WDR. Denn nur diese stellten den neuen Komponisten Oszillatoren, Magnetophone, Stromgeneratoren, elektronische Klangverstärker und die Möglichkeiten des Lichttons zur Verfügung. Das Münchner Siemens-Studios für Elektronische Musik erklingt im medienarchäologischen *re-enactment* noch heute in der Musikinstrumenten-Abteilung des Deutschen Museums.

Elektroakustischer Apparat ungleich Musikinstrument

John Cage sah konsequent voraus, daß der Prozeß der technologischen Emanzipation des Klangs von der klassischen Musik sich fortsetzen wird; er verharret indes bei der Vorstellung dieses Klangs *am Musikalischen*: "until we reach a music produced through the aid of electrical instruments"²³⁸.

Doch Elektroakustik und Musik fallen bereits in ihrer Benennung auseinander. Der Begriff von "Musik" (auch von Cage noch wie selbstverständlich verwendet) ist unangemessen, wenn jene andere Ebene betroffen ist, die unterhalb der kulturellen Semantik und ihrer symbolischen, notationellen Ordnung liegt, nämlich auf der medienarchäologischen Ebene der Zeitsignale.

Medientheoretisch relevant ist die Leitdifferenz zwischen Elektroakustik und "Musik" hinsichtlich ihrer technischen Verkörperung - denn Medienwissenschaft hat immer ein *fundamentum in re*. In den Blick gerät dabei die grundverschiedene Genese kultureller Musikinstrumente und technologischer Elektroakustik. Musikinstrumente wurden ausdrücklich als *Kulturtechniken* zum Zweck der Ausweitung menschlicher musikalischer Artikulationen entwickelt oder ge- und erfunden, als "Organprojektionen" respektive "Prothesen" des musikalischen Sinns (frei nach Ernst Kapp und Marshall McLuhan). Anders Elektroakustik: Deren Instrumente kamen zumeist als "simply the curious byproducts of other research into electrical phenomena"²³⁹ zustande. Eine Medientheorie der Sonik ist daher von der Episteme der Elektronik her zu denken, und nicht primär als Ableitung vom globalen Horizont einer Kulturgeschichte von

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

239 David Dunn, "A History of Electronic Music Pioneers", in: ders. (Hg.), *Eigenwelt der Apparatewelt*, Ausstellungskatalog Linz (Ars Electronica) 1992, 21-62 (23)

Musik & Technik. Die medienarchäologische Perspektive steht auf Seiten der elektrotechnischen Komponenten solchen Geräts.

Elektronisches "Musik"design?

Pierre Schaeffer, der seine sonischen Experimente vor-elektronisch, nämlich mit der Manipulation von Schallplatten begann, stellte die Gretchenfrage: "Photography [...] has completely upset painting, just as the recording of sound is about to upset music. [...] For all that, traditional music is not denied; any more than the theatre is supplanted by the cinema. Something new is added, a new art of sound. Am I wrong in still calling it music?"²⁴⁰ Oder ist genuin elektronisches Musikdesign vielmehr nur elektronische Klanggestaltung? Damit verbunden ist die Frage: Ist mit dem tradierten Begriff der *materia musica* der technisch-physikalische Klang oder ein mathematisches Verhältnis gemeint? Ist Klang die eigentliche Materie der Musik, oder ist dies deren instrumentelle, technische Bedingung, im Unterschied zum Klang als davon abgeleitetem Phänomen?²⁴¹

Erst die Schlüsseltechnologie der Tonbandmaschine ermöglichte es, von Noten und Instrumentalklängen zu abstrahieren - gerade weil das Tonband nicht aus dem traditionellen Musikinstrument entwickelt wurde, sondern vielmehr zu Zwecken der elektrischen Signalaufzeichnung. Science and Technology Studies, namentlich Trevor Pinch, beharren auf der "sozialen Konstruktion" des Synthesizers; Medienarchäologie akzentuiert demgegenüber das unerwartet Neue, das durch solche Technologien in die darauf zumeist gar nicht vorbereitete Soziokultur gesetzt wird - gleich dem Radio als elektronischer Technologie, die - wie in Brechts "Radiotheorie" formuliert - ganz und gar "ungerufen" kam und damit auf eine unvorbereitete Gesellschaft traf.

Der medienepistemologische Status der Elektronischen (oder Tonband-) Musik ist prekär, denn sie oszilliert zwischen medienontologischer Alterität, also "alien phenomenology" (Ian Bogost) einerseits, und (musik-)kultureller Erwartung andererseits. Das Tonband zeichnete im Pariser Studio Pierre Schaeffers auf, und machte damit in der Postproduktion manipulierbar, was von der Umwelt als akustische *objets trouvés* generiert wurde; demgegenüber erzeugte das Kölner Studio reine Töne (der von Eimert zum epistemischen Ding erklärte Sinuston) originär aus den ganz und gar unmusikalisch gedachten Meßmedien der Rundfunktechnik.

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

241 Eine Fragestellung Rainer Bayreuthers im Rahmen der Eröffnungswoche des Landesentrums Musik-Design-Performance an der Musikhochschule Trossingen, 7. Dezember 2017

Es liegt eine ganze Klangwelt zwischen der Pariser "musique concrète" und dem WDR-Studio für elektronische Musik Köln mit Stockhausen oder dem BBC Radiophonic Shop mit Daphne Orans Lichttonkompositionen - epistemisch befördert durch die kybernetische Informationsästhetik. Der von Max Bense und Abraham Moles geprägte Begriff der "generativen Ästhetik" zielt nicht auf die altherwürdige *mousiké*, sondern medienaktives Klangdesign.

Der Dialog mit dem Synthesizer als transitive Medienästhetik

Im Umgang mit dem elektroakustischen Synthesizer werden der kritisch reflektierte "Dialog" mit den Maschinen und die Mühen der Kenntnis ihrer elektronischen Operativität durch den Klang selbst belohnt.²⁴² Kommt Medienwissen zum Erklingen, sind technische Analyse und ihre theoretische Formulierung als Erkenntnisgewinn in der ästhetischen Erfahrung "aufgehoben". Das Konzept der *transitiven* Medienphilosophie (analog zur Verschränkung von philosophisch abstrahierter Ästhetik und wahrnehmungsphysiologischer *aisthesis*) setzt auf solchermaßen unmittelbare Medienerfahrung (wenngleich dieses Im/mediate ein Oxymoron zu sein scheint).

[Medienarchäologie reduziert die Komplexität solcher Schaltungen (ob als Algorithmus im Symbolischen oder als Elektrotechnik im Realen) ganz bewusst auf die *elementaren* Operationen und zerlegt die babylonische Vielfalt der Klangmaschinensprachen (*Technológoi*) in ihr das ihnen zugrunde liegende Alphabet technischer Bauteile und -gruppen.]

PHONO(ARCHÄO)GRAPHIE

Der groove der Schallplatte (Adorno)

Adorno nennt in seinem Essay zur Form der Schallplatte 1934 die Plattenrillen eine höchst unlesbare Schrift, wie sie nur von einem anderen Instrument entziffert werden kann - ein Kriterium genuiner Medialität im Unterschied zur Mensch-Medien-Kopplung vortechnischer Art.

²⁴² Im Sinne der studentischen Lecture-Performances SYNTHESIZED. sound performance film photo exhibition (Abschlusspräsentation der Seminare "Klangarchäologische Studien am Synthesizer", "Zukunftsmusik - Elektronische Musik und ihre Vermittlung" sowie "Konzept Medientheater" unter Leitung von Christina Dörfling, Florian Leitner, Martin Meier, Piotr Niedzwiecki und Gisbert Schüring), im Medientheater des Instituts für Musikwissenschaft und Medienwissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin, 9. Juli 2024

Das Vokalalphabet der Griechen machte „Vokale, also Musik“ (Kittler) anschreibbar; in diesem Sinne betont auch Adorno, daß Musik durch die Nadel der phonographischen Apparatur ihrer wahren Natur als Schrift nahegeführt wird.²⁴³ "Den Schlüssel zum eigentlichen Verständnis der Schallplatten müßte die Kenntnis jener technischen Akte liefern, die einmal die Walzen der mechanischen Spielwerke und Orgeln in die phonographischen verwandelten. Wenn man späterhin, anstatt „Geistesgeschichte“ zu treiben, den Stand des Geistes von der Sonnenuhr menschlicher Technik ablesen sollte, dann kann die Vorgeschichte des Grammophons eine Wichtigkeit erlangen, welche die mancher berühmter Komponisten vergessen macht. [...] Die tote <sc. aufgezeichnete> rette die „flüchtige“ und vergehende Kunst als allein lebendige. Darin mag ihr tiefstes Recht gelegen sein, das von keinem ästhetischen Einspruch wider Verdinglichung zu beugen ist. Denn dies Recht stellt, gerade durch Verdinglichung, ein uraltes, entsunkenes doch verbürgtes Verhältnis wieder her: das von Musik und *Schrift*."²⁴⁴

Technische Schriften aber unterscheiden sich vom Symbolismus alphabetischer Notation. So hat Adorno das Scratching nie geahnt, das Re-Entry der Schallplatte als physikalisches Instrument, das die mechanische "Schrift" selbst als Geräusch entziffert.

Adorno diagnostiziert, wie neben Natur und Kultur ein Drittes getreten ist, das nicht mehr (nur) den kultur-, sondern auch den medienarchäologischen Blick verlangt. Denn die mit Kurven bedeckte Schallplatte ist eine "gänzlich unleserliche Schrift, die hier und da plastische Figuren ausbildet, ohne daß es der Laie ihr anhören könnte, warum" <530>. Die Form der Schallplatte

"[...] entstammt, vielleicht als erste der kunst-technischen Erfindungen, bereits jenem Zeitalter, das die Übermacht der Dinge über den Menschen zynisch benennt, indem es die Technik von humanen Anforderungen und humanem Bedarf emanzipiert und Errungenschaften bereithält, ohne daß ihnen primär ein menschlicher Sinn zukäme [...]. Eine eigene Form - wie sie noch die Frühzeit der Photographie kennt - ist nirgends mehr gewährt. Wie die Forderung „rundfunkeignener“ Musik notwendig leer und unerfüllt blieb und nichts besseres zeitigte als einige Instrumentationsanweisungen, die praktisch sich nicht bewähren, so hat es grammophoneigene Musik nie gegeben." <531> Hier liegt auch der ganze Unterschied zwischen Apparaten, welche die menschliche Stimme in Nachbau des humanen Stimmapparats mimetisch emulieren, und anderen, welche genuin frequenzgebend die Stimme aus ihren akustisch

243 Zur phonographischen Spur siehe Tom Levin, Töne aus dem Nichts, in: Kittler / Macho / Weigel (Hg.) 2002, xxx-xxx, speziell Abb. 37 (Seite 345): „tönende Handschrift Rudolf Pfennigers“ von 1932

244 Theodor W. Adorno, Die Form der Schallplatte [1934], in: Gw, Bd.19 (Musikalische Schriften VI), Frankfurt / M. (Suhrkamp) 1984, 530-534 (532)

analysierten Elementen und Formanten synthetisiert.

Isidor von Sevilla (+ 630): „Nisi enim ab homine memoria teneantur soni, pereunt, quia scribi non possunt.“²⁴⁵ *Ex negativo* beschreibt Isidor damit die *grammophone* Implikation des griechischen Vokalalphabets. Wie sehr Griechen das Alphabet vom Stimmfluß her gedacht haben (von ihrer Musikalität), zeigt sich bei Aristoteles, der die Konsonanten im „Alpha privativum“ der Vokale nennt: als *áphona*.

Verkennt Adorno den Signalcharakter der phonographischen Aufzeichnung? Im Unterschied zur rein symbolischen Notation durch Noten "liest" die Grammophon-nadel Signale:

"Waren aber die Noten noch ihre bloßen Zeichen, dann nähert sie durch die Nadelkurven der Schallplatten ihrem wahren Schriftcharakter entscheidend sich an. Entscheidend, weil diese Schrift als echte Sprache zu erkennen ist, indem sie ihres bloßen Zeichenwesens sich begibt: unablässig verschworen dem Klang, der dieser und keiner anderen Schall-Rinne innewohnt. [...] Daran hat die Physik ihren guten Anteil: zumal die Chladnischen Klangfiguren, auf die bereits - nach der Entdeckung eines der wichtigsten gegenwärtigen Ästhetiker - Johann Wilhelm Ritter als auf die Schrift[...] des Klanges hinwies.“²⁴⁶ Und weiter: „Die Möglichkeit, Musik, ohne daß sie je erklang, zu `zeichnen´, hat die Musik zugleich noch unmenschlicher verdinglicht und sie noch rätselhafter dem Schrift- und Sprechcharakter angenähert“ <ebd., 533>. Adorno bezieht sich auf Chladni in der Hinsicht, daß es Formen der Klangeinschreibung gibt, die nie erklungen sind - vielmehr als transitive Direkteinschreibung von Schwingungen in Sand. Das Sonische umfaßt auch un-erhörte Formen des Klangs als oszillierendem Phänomen.

"Schön wäre es, wie, was hier äußerlich klar würde, genau auch wäre, was uns die Klangfigur innerlich ist: - Lichtfigur, Feuerschrift. Jeder Ton hat somit seinen Buchstaben immediate bey sich; und es ist die Frage, ob wir nicht überhaupt nur Schrif thören, - lesen, wenn wir hören, - Schrift sehen!“²⁴⁷ Nach der analog-zu-digital-Wandlung wird diese Tonschrift lesbar.

Der Phonograph und die Blinden (David Kaufmann 1899)

Es gehört zu den Eigenheiten wirklich medienarchäologischer Objekte, daß sie sich nicht schlicht in eine Mediengeschichte der Sinne oder

245 Siehe Hans Robert Lug, Nichtschriftliche Musik, in: Aleida u. Jan Assmann (Hg.), Schrift und Gedächtnis. Beiträge zur Archäologie der literarischen Kommunikation, München (Fink) 1998, 245- (245)

246 Adorno 1934/1984: 533

247 Johann Wilhelm Ritter (1776-1810), Supplement zu den *Fragmenten aus dem Nachlaß eines jungen Physikers* (1810)

technischer Prothesen ("extensions of men" mit McLuhan) reihen. Der 1857 von Edouard-Léon Scott de Martinville an der Pariser Akademie der Wissenschaften patentierte und von König gebaute Phonautograph "bestand aus eben denselben Elementen wie die physiologischen Geräte", gehört also vielmehr dem epistemologischen Dispositiv der (von Étienne-Jules Marey so getauften) *graphischen Methode* an: Empfänger (hier eine bewegliche Membran), Schreiber (hier: Wildschweinborste), und ein sich drehender, mit berußtem Papier bespannter Zylinder.²⁴⁸

[Das 19. Jahrhundert hat die physiologische und psychotechnische Analyse von Signalprozessen in Menschen mit technischen Mitteln zur Perfektion getrieben und damit operative Medienanalyse *avant la lettre* betrieben (ein Fachbegriff aus dem Kupferstichverfahren, der Abzug vor der Künstlersignatur - das technische Bild, noch im medienarchäologischen Zustand).]

Marey selbst leitet seine graphische Methode aus der musikalischen Methode Guidos von Arezzo ab²⁴⁹ und nimmt in *La méthode graphique* ausdrücklich auf Scotts Phonautographen als Vorläufer seiner Meßmethoden Bezug²⁵⁰ - der "Klang der Einzeilen-Abtastung"²⁵¹ wird Bild. Erst später wird aus dem Meß- ein Projektionsmedium, aus der Registrierung eine Matrix (de Chadarevian) zur Reproduktion von Stimmen, Edisons *speaking machine* von 1878.

Vokalalphabetisierung einerseits, graphische Meßinstrumente einerseits - eine Archäologie akustischer Medien im *double bind*. Medienarchäologie fokussiert die Momente medienepistemologischer Umbrüche. Ein solcher Kippunkt ist die technische Invertierung des Vokalalphabets, jener buchstäblich grammophonen Kulturtechnik, die einmal zur Notation der Musikalität gesungener Poesie selbst gefunden wurde (Powell 1990). Die mechanischen Sprechmaschinen Christian Gottlieb Kratzensteins (1781) und Wolfgang von Kempelens (1791) ent-koppeln die kulturtechnische Trennung von Stimme und Schrift; Phonographie schließlich führt sie ineins. Kempelen konzipiert seine Sprechmaschine nicht mehr vom phänomenologischen Primat der menschlichen Stimme (und vorrangig ihrer Vokale) her, sondern synthetisiert sie aus diskreten mechanischen Bestandteilen - auch wenn diese (wie der Blasebalg anstelle der Lunge) zunächst noch dem Modell menschlicher Organe entsprechen. Gegenüber allen Versuchen, dem Geheimnis von Stimme und Gesang durch anthropomorphen Nachbau der menschlichen Sprechwerkzeuge auf die (Ton-)Spur zu kommen, erweist sich ein von Anfang an alternativer Weg als der erfolgreichere, der zunächst die akustischen Ereignisse mathematisch analysiert und damit dann theoretisch wie

248 De Chadarevian 1993: 36; ebd. 37, Abb. 7

249 De Chadarevian 1993, 37

250 2. Aufl. Paris 1885: 643, Abb. 430

251 So ein Aufsatztitel des Videokünstlers Bill Viola, in: xxx

maschinell synthetisierbar macht, von Leonard Euler und Jean-Baptiste Fouriers Funktionen, die "das Sein selbst hörbar" machen, bis hin zu Hermann von Helmholtz' *Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik* (1863). Sind Medien nicht mehr schlicht Prothesen der menschlichen Sinne, wird auch das Ohr plötzlich als Analogrechner begreifbar - und der Mediumbegriff kommt zu sich.

Zunächst werden Schallwellen nur zu Meßzwecken aufgezeichnet; Scott entwickelt seinen Phonautographen von 1855 in rein analytischer Absicht. Erst mit Thomas Alva Edison dient der Phonograph auch der Wiedergabe akustischer "Daten". Noch einmal: Auch für die Archäologie der Kinematographie gilt, daß sie zunächst zu Meßzwecken, nicht als Medien der projektiven Repräsentation entwickelt wurde. Der spätere massenmediale Gebrauch ist ein Abzweig, der nicht mehr dem technologischen Eigensinn des jeweiligen Mediums, sondern ökonomischen Verhältnissen schuldet.

Die phonographische Walze registriert Tiefenschrift (wie die Gutenberg-Drucktechnik), die grammophone Schallplatte in der Version von Emile Berliner Seitenschrift - was das Problem des physikalischen Gegendrucks und damit Gleichlaufschwankungen lindert. Beide Einschriften aber entfalten sich erst in der Zeit. Diese "Schriftrollen" neuer Art verdanken sich - wie der frühe, chronophotographische "Film" - nicht primär dem Willen zur Repräsentation, sondern der analytischen Messung, also nicht der Projektion, sondern Forschung.

Die graphische Übertragung gereizter Muskeltätigkeit eines Frosches auf ein Schaubild leistet (analog-zu-analog) der Myograph; diese Linien auf einem rollendem Zylinder (der zeitgebend getaktet sein muß durch ein Uhrwerk, um den Gleichlauf zu garantieren) ähneln bereits der Rille des Phonographen. Dieser Zylinder setzt also als Dispositiv eine Praxis, die Edison dann (kombiniert mit Scotts Erfindung) als denkbar für ganz andere Sinnesbereiche aufgreift - Schallrollen und später Emil Berliners Schallplattenrille, der selbst stilbildend gewordene *groove*. Auch wenn sich daran schnell wieder eine ganze Metaphysik von Präsenz und Absenz anhängt, die der Logik der Repräsentation zu entgehen sucht, geht es hier um nichts mehr oder weniger als den physikalischen Akt der Kodierung und Fixierung einer Spur im Realen, nicht im Symbolischen.

Am Beispiel des im Juli 1877 von Edison entdeckten Phonographen wird es manifest: Emergierende Medien gleichen "beinahe dem Manne, der eine geistreiche Antwort bereit hat und nun umherläuft, um Jemanden zu suchen, der ihm die Frage dazu liefert."²⁵²

Der Phonograph als technischer Apparat wurde nicht entwickelt als

252 David Kaufmann, *Der Phonograph und die Blinden*, xxx 1899

schlichte Supplementierungen eines physiologischen Menschendefekts im Sinne von Ernst Kapps *Philosophie der Technik* (1877). Erst nachträglich, als Kaufmann über die Bedeutung dieser Erfindung nachsinnt, kommt ihm der Gedanke kommen, "daß sie recht eigentlich für die Blinden gemacht worden ist" <ebd.> - da sie "Schriftzeichen mit Umgehung des Auges wahrnehmbar gemacht, das Ohr lesen gelehrt und so den Geist und das Gedächtnis von der alleinigen Vormundschaft des Gesichtssinnes entbunden hat" - wie es die Unsichtbarkeit des Krieges in den Schützengräben des Ersten Weltkriegs auch erzwang.

Die genannte "Transsubstantiation von Schrift in Laut ist das Mysterium des Phonographen" <ebd.> - eine liturgische Trope. Tatsächlich aber entbirgt dieser Gedanke die Wahrheit von Multimedia: der Computer nämlich rechnet umstandslos Töne in Bilder, Bilder in Texte um - alles diskrete Bits. Buchstäblich *digital*: "Mit tastendem Finger über Berg und Tal, über Erhöhungen und Vertiefungen seines Textes dahingleitend, mußte der Blinde" bisher, in Brailles Blindenschrift, "zerstückt und aus Umrissen herausfühlen, was die Heinzelmännchen des Geistes, die Lettern, dem Sehenden im Fluge darbringen" <ebd.> - nichts anderes aber tut die Abtastnadel des Grammophons, immer schon -graphisch.

In ausdrücklicher Anlehnung an Jakob Grimm und in unwillkürlichem Vorgriff auf McLuhans *The Gutenberg Galaxy* benennt Kaufmann die Umkehrung der Wertigkeit der beiden Sinne und der Umkehrung ihrer Bedeutung als Eskalation von altertümlichen Kulturtechniken in neuzeitliche Technologien: "Wo die Alten redeten, da schreiben wir; wo sie hörten, da lesen wir. So ist eine Welt des Schalles in eine Welt des Lichtes übergegangen. Das Auge hat das Ohr depossediert. Wir sind Buchmenschen geworden, klagt Mendelssohn" <ebd.>.

Jetzt aber scheint die Entmachtung "des A-B-C-Reiches" gekommen - eine phonozentristische Phantasie: "Es ist kein Seitenweg, wenn der Geist durch die Pforten des Ohres einzieht, wenn die Belehrung nicht immer durch Bilder, sondern wieder einmal durch Laute erfolgt. [...] so ist jetzt der Ton erlöst von dem zufälligen Hörer, dem er eben mitgeteilt worden, und dauerhaft fest haltbar geworden. Er verrinnt nicht länger mit dem Atem, der ihn getragen" (ebd.) - der Diskurs der emergierenden Photographie.

Kaufmann visioniert am Ende Klassikertexte "in phonographischer Ausgabe", sofern das Medium Massenmedium wird. "Wir werden dann eine Literatur haben, wie wir sie bisher auch nicht einmal zu ahnen vermocht haben: die Werke des Geistes, die sich selber vortragen" <Kaufmann 1899>. Was im Spätmittelalter durch Guido von Arezzo gelungen war, nämlich die Festhaltung der Musik und des Gesanges durch eine genuin kompositorische, nicht mehr nur Gesten der Dirigenten abbildende Tonschrift, "das ist jetzt für die Sprache überhaupt, für die gesamte Welt des Schalles, für jede einzelne Stimme [...] geleistet"

<ebd.>. An dieser Stelle kommt es zu einem medienarchäologischen Kurzschluß: "So schraubt der Modernste der Modernen uns zur Antike zurück; er schreibt auch wieder auf Wachs, wie die Alten schrieben" <ebd.>. Das meint Literatur *grammophon*, als habe der gedruckte Text ein ähnlich indexikalisches Verhältnis zum Physik der Stimme wie die technische Klangaufzeichnung. Hat sie aber nicht: der Buchstabe gehört, im Reich des Symbolischen, zur Ordnung des Archivs. Die Indexkarte (Zettelkasten, Katalog) unterscheidet sich hier vom semiotischen Index im Sinne des *unmittelbaren* Bezugs zwischen Darstellung und Objekt - etwa die Schneespur. "Die schwingende Membrane des kleinen Phonographen ist das Trommelfell der Welt" <ebd.> - womit wir bei Rainer Maria Rilkes *Urgeräusch* angelangt sind.

Rilkes Gehör für das "Ur-Geräusch" (1919)

Zunächst erinnert sich der Dichter an das Basteln eines ganz einfachen Phonographen im Physikunterricht, aus Pappe, Wachs und Schweinsborste. Nebenbei beschreibt anhand dieser "geheimnisvollen Maschine" die Konstituenten dessen, was ein technisches Medium ausmacht: "Annehmer und weitergeber standen in voller Bereitschaft, und es handelte sich nun nur noch um die Verfertigung einer aufnehmenden Walze, die, mittels einer kleinen Kurbel drehbar, dicht an den einzeichnenden Stift herangeschoben werden konnte."²⁵³ Das fragile akustische Wunder - die zeitverzögerte Wieder-Gabe der flüchtigen menschlichen Stimme - ereignet sich beim Abspielen: "So zitterte, schwankte aus der papiernen Tüte der eben noch unsrige Klang, unsicher zwar, unbeschreiblich leiste und zaghaft und stellenweise versagend, auf uns zurück. [...] Man stand gewissermaßen einer neuen, noch unendlich zarten Stelle der Wirklichkeit gegenüber" - ein ins Akustische verschobenes Reales, die Erfahrung einer Ferne, so vertraut sie - als die eigene Stimme - auch erscheinen mag (Benjamins Aura-Begriff). Der Walze sind nicht "Zeichen" (Rilke), sondern Signale eingeritzt: sind Spuren einer Physiologie, "deren Fremdheit über alle Menschenstimmen hinausgeht" <Kittler 1986: 69>.

"`Speech´, as it were, has become immortal", heißt es in der Zeitschrift *Scientific American* 1877 kurz nach Erfindung des Phonographen durch Edison <zitiert in Kittler 1986: 37>. Aber eben nur: "as it were". Solche Maschinen sind nicht schlicht das, was rhetorische Prosopopöie für Literatur ist, die Verlebendigung des Toten, sondern vielmehr ein Aufschub des Signals, seine Aufhebung im Speicher als Kanal.

Nicht die tonrealen "Aufzeichnung" blieb Rilke aus der Schule in Erinnerung, "sondern jene der Walze eingeritzten Zeichen waren mir um

253 In: Rainer Maria Rilke, *Sämtliche Werke*, hg. v. Ernst Zinn, Wiesbaden 1955-66. Wiederabdruck des Rilke-Texts von 1919 in Kittler 1986: 63 ff.

vieles eigentümlicher geblieben". Noch einmal obsiegt die kulturtechnische Dominanz der Schrift, von der sie die AV-Medien zunächst suspendieren, bevor sie in Form der Programmierung wiedereintritt.

Infolge der Anatomievorlesungen an der École des Beaux-Arts in Paris schafft sich Rilke für Zuhause einen Schädel zum Studium an. Ein bestimmter Kerzenschein macht ihm nachts plötzlich die Kronen-Naht des Schädels so sichtbar, daß sie eine Erinnerung triggert, die aus Jacques Derridas Begriff der *archi-écriture* unter dem Begriff "Ur-Geräusch" schiere Positivität macht: "an eine jener unvergessenen Spuren, wie sie einmal durch die Spitze einer Borste in eine kleine Wachsschale eingeritzt worden waren!" Daraus resultiert der Impuls zu einer ganzen Reihe von - buchstäblich "unerhörten Versuchen". Der Phonograph suggeriert durch seine *techné*, nie kodierte Schriften, also asemantisches Schreiben nun entziffern zu können, über den Umweg der Audifikation. So wird vernehmbar, was nie absichtsvoll gesendet wurde - Form von Tradition jenseits von Kultur.

Während diverse optische Tonschriften (wie das Tri-Ergon-Verfahren) um 1930 dem Stumm- zum Tonfilm verhelfen, zeitigt das medienarchäologische Interesse an solchen Techniken Varianten der originären und arbiträren Synthetisierung von Ton durch Schrift (Oskar Fischinger, Rudolf Pfenninger).²⁵⁴ Damit läßt sich als Experiment tatsächlich durchführen, womit Rilkes Essay *Das Ur-Geräusch* abbricht - nämlich die opto-akustische Abtastung der Kronennaht eines menschlichen Schädels. Doch Rilke verfängt sich im Symbolischen: "Die Kronen-Naht des Schädels [...] hat - nehmen wir's an - eine gewisse Ähnlichkeit mit der dicht gewundenen Linie, die der Stift eines Phonographen in den empfangenden rotierenden Cylinder des Apparates eingräbt. Wie nun, wenn man diesen Stift täuschte und ihn, wo er zurückzuleiten hat, über eine Spur lenkte, die nicht aus der graphischen Übersetzung eines Tones stammte, sondern ein an sich und natürlich Bestehendes -, gut: sprechen wir's nur aus: eben (z. B.) die Kronen-Naht wäre -: Was würde geschehen? Ein Ton müßte entstehen, eine Tonfolge, eine Musik."

Zum Klang mag sich diese Tonfolge nicht erheben, ist dies doch die semantische Ebene akustischer Kultur. Was das medienarchäologische Gespür des Tonabnehmers preisgibt, ist ein Geräusch. Apparate sind nicht "täuschbar"; sie erinnern vielmehr an die Täuschbarkeit der menschlichen Sinne durch Medien.

254 Dazu Thomas Y. Levin, "Töne aus dem Nichts". Rudolf Pfenninger und die Archäologie des synthetischen Tons" in: Friedrich Kittler / Thomas Macho / Sigrid Weigel (Hg.), Zwischen Rauschen und Offenbarung. Zur Kultur- und Mediengeschichte der Stimme, Berlin (Akademie) 2002, 313-355

Rilke weiter: "Was für irgendwo vorkommende Linien möchte man da nicht unterschieben und auf die Probe stellen? Welchen Kontur nicht gewissermaßen auf diese Weise zu Ende ziehen, um ihn dann, verwandelt, in einem anderen Sinn-Bereich herandrängen zu fühlen?" Software wie *MetaSynth* praktiziert genau dies: die akustische Abtastung von Bildlinien.

Ertönt aus dem Phonographen ein historisches Klangereignis? Das medienarchäologische Ohr hört das Geräusch des Geräts, nicht allein die sonische Botschaft auf dem Tonträger. Ein *close reading* der entsprechenden Tonspuren, wie es eigentlich nur optische Scanner zu leisten vermögen, zeigt die nicht mehr symbolische, sondern im Realen operierende Schallaufzeichnung. Die angewandte Informatik hat ein Verfahren zur Gewinnung von Tonsignalen aus Negativ-Spuren in Kupfernegativen von Edison-Zylindern auf kombiniert bildanalytischem und feinsensoriellen Weg entwickelt. Mit Hilfe endoskopischer Aufnahmegeräte und einer entsprechenden Rotationsvorrichtung ist die Einlesung und Wiederhörbarmachung der Tonspuren auf der Innenseite von Galvano-Negativen früher Edison-Wachswalzenaufnahmen mit Hilfe der Bildanalyse gelungen; die Kurven lassen sich in Digitalisate verwandeln. Das Verfahren zur Gewinnung von Tonsignalen aus Negativ-Spuren auf bildanalytisch-sensoriellem Weg (von der Schriftspur über das Bild zum Ton) ist pure Medienarchäologie.²⁵⁵

Die Tonspur

Es gibt Phänomene, die im Sein ihrer technischen Übertragung oder Speicherung nicht aufgehen, sondern durchscheinen. Walter Benjamins Theorie technischer Reproduktion zum Trotz, welche den Aura-Verfall von Kunstwerken diagnostiziert²⁵⁶, vermag etwas von der Originalität Franz Liszts auch noch durch die x-te Wiedergabe durch Interpreten auf Schallplatte, CD oder andere Signalträger durchscheinen. Auch die älteste phonographische Aufnahme eines Gesangs, fast bis zur Unkenntlichkeit verrauscht, läßt unverwechselbare Frequenzen insistieren: etwas, das sich zielgenau an menschliche Sinneskanäle (optisch, akustisch) adressiert.

Aus der Kombination von kontinuierlicher Tonspur und diskreter Bildfolge auf Zelluloid resultiert die Herausforderung der Synchronisation. Was

255 Gerd Stanke / Thomas Kessler, Verfahren zur Gewinnung von Tonsignalen aus Negativ-Spuren in Kupfernegativen von Edison-Zylindern auf bildanalytischem / sensoriellem Wege, in: Artur Simon (Hg.), Das Berliner Phonogramm-Archiv 1900-2000. Sammlungen der traditionellen Musik der Welt, Berlin (VWB) 2000, 209-215

256 Walter Benjamin, Das Kunstwerk im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit, in: ders., Medienästhetische Schriften, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 2002, 352-355

aber, wenn nun das Licht vom Sound direkt, aus dem Medium heraus gesteuert wird? So ist Medientheater gedacht: nicht so sehr als performative Darstellung mit technischen Mitteln, sondern primär zur Analyse der Operativität technischer Medien mit theatralischen Mitteln. Von der operativen medientechnischen Vollzugsebene her gedacht ist ästhetische Reflexion als ästhetische Erdung präziser ableitbar als es allgemeine Spekulationen ermöglichen, etwa Pudowkins Plädoyer für eine ausdrückliche audiovisuelle Asynchronizität im frühen Tonfilm.²⁵⁷

Phonographisch kopieren

Eine erste Funktion von Edions Erfindung des Phonographen ist zunächst nicht klanglicher oder gar musikalischer Endzweck, sondern ein zeitkritisches, ökonomisches Momentum: die Stenographie, also Schnellschrift. Der Stummfilm *The Stenographer's Friend* vom 29. September 1910 über die Nützlichkeit des Phonographen im Büro (das Chef-Diktat) besagt schon im Titel, daß die mechanische Schallaufzeichnung nicht zu Zwecken der Musikaufzeichnung erfunden wurde (die Bandbreite des damit zu prozessierenden Tonspektrums war dafür zu schmal). Der Film zeigt zudem das Löschen eines Wachszyinders nach Besprechung zur Wiederaufnahme, das sogenannte *shaving* - eine Wiederanknüpfung an die antike Technik des Schreibens auf Wachstafeln, wo der *stilus* einerseits spitz, andererseits jedoch in Spachtelform ausläuft, um das Geschriebene zu glätten und überschreiben zu können - das Vorbild für Sigmund Freuds notorische Beschreibung des menschlichen Gedächtnisapparats, *Der Wunderblock* - geschrieben in der Epoche des massenhaft werdenden Phonographen. Löschen und Kopieren sind zwei Seiten einer Medientechnik. Die Anleitung von E. Nesper aus den 1930er Jahren *Nimm Schallplatten selber auf!* (Stuttgart: Franckh) erinnert an solch partizipativen Mediengebrauch, der technisch in ihnen angelegt und diskursiv, ideologisch oder ökonomisch auf ein unilineares Sender-Empfänger-Verhältnis ("broadcast") reduziert wurde - was Bertolt Brechts Radiotheorie um 1930 medienkritisch unterstreicht und Hans-Magnus Enzensberger um 1970 mit seinen "Bausteinen zu einer Theorie der Medien" wiederaufnimmt.

Im *online*-Magazin der Wochenzeitung *Die Zeit* erinnerte ein Artikel im Zusammenhang mit Debatten um illegale Kopien von Musikwerken auf die verschiedenen Analogtonverfahren - wobei "analog" hier wortwörtlich *ent-sprechend* meint. Für die medienrechtliche und medienökonomische Frage des Kopierverbots gilt die Differenz analog / digital als die von technischer Apparatur einerseits, Software andererseits. Schallplatten

257 In: Helmut H. Diederichs (Hg.), *Geschichte der Filmtheorie*, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 2004, xxx

lassen sich nachgießen.²⁵⁸ Demgegenüber sind Raubkopien aus dem Internet eine Frage des algorithmischen *hacking*. Der Unterschied zwischen mechanischer und logischer Raubkopie ist zugleich ein technischer wie ein medienkultureller Unterschied. In binär kodierter Musik heißt Kopierschutz nicht mehr eine materielle, sondern eine logische Sperre.

Der Phonograph sagt schon im Namen, daß er sich in der Tradition abendländischer Aufschreibesysteme versteht. Der Film über den Edison Business Phonograph ist in Form digitaler *movie clips* auf der Web-Seite der Library of Congress einsehbar²⁵⁹ und dort beschrieben: "On November 7, 2004, Turner Classic Movies broadcast as part of a series (More Treasures from the American Film Archives), "The Stenographer's Friend" (1910), an early infomercial from Edison Studios promoting an office dictating machine. In addition to the entertaining humor of the 8 minute film story, it presents an opportunity to see a contemporaneous demonstration of the prior art cylinder machine. Inventions or claims are disclosed: Recording / Dictating, Playback, Erasing (shaving the wax from the cylinder), Headphones."

Der Phonograph wurde vor allem für Sprachzwecke von Edison entwickelt, zum Büroeinsatz, also für Stimm-Qualität auf Telefonniveau: Sprachübermittlung, Tiefenschrift, Walze. Demgegenüber zeigte sich erst das Grammophon Emile Berliners (mit Seitenschrift auf Schallplatten) für Musikkwiedergabe wirklich geeignet.

Friedrich Kittler hat in seinem Aufsatz "Weltattem" beschrieben, wie Wagners Innovation des Orchestergrabens im Festspielhaus von Bayreuth den dezidierten Zweck hatte, den Ort der akustischen Produktion optisch zum Verschwinden zu bringen (wie auch der Graben für die "Fernsehkanone", dem ersten Großeinsatz elektronischer Kameras zur Übertragung der Olympischen Spiele von 1936 in diverse öffentliche Fernsehstuben, im Berliner Olympiastadion vor allem den Zweck hatte, Publikum und Sportler nicht durch die Präsenz eines ganz und gar unantiken olympischen Mediums zu irritieren). Beim Phonographen aber ist der Mechanismus im Offensichtlichen belassen.

Frühe Experimente mit Pseudo-Stereophonie suchten den akustischen Effekt der neuen Tonträger bis in die Raumakustik hin zu erweitern, wenn etwa auf dem Grammophon *Ultraphon* (1926) zwei Tonabnehmer (Schalldosen) hintereinandergesetzt werden, leicht phasenverschoben, asynchron. Die Schalldosen operierten als mechanischer Schallwandler mit Membran und Nadel; diese Grammophone waren dann elektrisch umrüstbar durch ein Abtastsystem mit Magnet und Spule ("Pick ups") seit

²⁵⁸ Anne Kunze, Völlig geplättet,

http://www.zeit.de/zeit-wissen/2006/03/bildergalerie_LP, Zugriff 14. Juni 2006

²⁵⁹ http://www.ipriori.com/serendipity_6.htm; Zugriff: 2. Juni 2006

Ende der 1920er Jahre, seitdem vertraut vom elektrischen Plattenspieler, was die Reduktion der Umlaufgeschwindigkeit von 78 Umdrehungen pro Minute auf 33 1/2 erlaubt und das Kratzgeräusch erheblich reduziert. An die Stelle dieses Verfahrens tritt später dann die wahrhaft stereophone Aufnahme ein und desselben Klangereignisses auf zwei verschiedenen Schellackplatten und ihren Geräten (2 Mikrophone, 2 Lautsprecher, 2 Tonspuren); bei der ersten Demonstration dieses neuen Verfahrens war es für das Publikum der *American Acoustical Society of America* im Mai 1941 dann im akustischen Turing-Test ununterscheidbar, ob der abwechselnd ertönende Klang hinter dem Vorhang von einem realem Kammerorchester erzeugt oder von Platte eingespielt wurde. Seit 1958 wird auf kommerziellen Schallplatten Stereo in einer medienarchäologisch hybriden Kombination aus dem Tiefenschriftverfahren (Edison-Walzen) und der Seitenschrift (Emil Berliners Grammophon) erzeugt.

Das notorische Rauschen der Tonträger verschwindet am Ende zugunsten von *high fidelity* in der Tonwiedergabe - und der Medienkanal tarnt sich perfekter denn je.

Eine medienarchäologische Begründung des Phonographen

Gelegentlich kann eine medientheoretische Begründung praktisch werden - etwa beim Versuch, den Erwerb eines historischen Edison-Phonographen samt Edison-Tonwalzen (um 1900) aus Mitteln des Bibliotheketats zu rechtfertigen.²⁶⁰ Es beginnt schon mit dem Speichermedium: Bibliothek meinte einmal die Holzfächer zur Lagerung der antiken Papyrusrollen; im Edison-Zylinder kehrt dieses Format für Schallschrift zurück. Medienepistemologisch verstanden, ist ein Phonograph ein unmittelbarer Verwandter wenn schon nicht des strikt mit diskreten Elementen operierenden Buchdrucks, so doch der kursiven phonetischen Schrift.

Dem Buchdruck näher steht das Orchestrion, etwa Marke Polyphon: seine Metallscheiben sind gelocht und stehen damit der Compact Disks mit ihren diskreten Pits, dem Buchdruck näher als alle Schallschrift. Der Phonograph steht der (Hand)Schrift nahe, in der analytischen Tradition der Meßmedien des 19. Jahrhunderts (der Kymograph).

Die gelochte Scheibe diente Paul Nipkow in einer gänzlich anderen Funktion zur ersten elektromechanischen Übertragung von Bildpunkten, zur Television. Medienepistemische Dinge stehen quer zur phänomenalen Ausrichtung ihrer Effekt auf die menschlichen Sinne. Wenn eine Nipkow-

²⁶⁰ So erfolgreich geschehen an der Humboldt Universität zu Berlin, April / Mai 2006. Zur Debatte um den Schriftcharakter von Phonographie siehe Lisa Gitelman, xxx

Scheibe akustisch ausgelesen (oder besser: vernommen) wird, im Dispositiv der von Caignard de Latour entwickelten Lochsirene, die Hermann von Helmholtz dann zur quantitativen Analyse der Vokaltonschwingungen einsetzte. Wenn die Nipkow-Scheibe statt Helligkeitswerten Luftströme durchläßt, ertönt die Spirale.

Andererseits sind Bibliotheken dazu übergegangen, ihre Grundelemente zweiter Ordnung (jenseits des Alphabets) nicht mehr schlicht Bücher, sondern "Medieneinheiten" zu nennen, da neben die Titelaufnahme von klassischen Druckwerken längst auch Videos, CD-ROMs und DVDs getreten sind. Natürlich fallen technische Abspielgeräte nicht darunter, doch um den medienarchäologischen Zusammenhang zwischen Musik und Medien auf symbolischer, kulturtechnischer Ebene (Entwicklung der Musiknotation) und auf technologischer Ebene (Aufzeichnungsgeräte) zu erkunden, ist das Mithören der technoklanglichen (oder geräuschartigen) Individualität einer damaligen Aufnahme, in der sich die Eigenart der jeweiligen Wachswalze und des Phonographen mit einschreib(t), von medienanalytischem Wert.

Ein Problem der Museologie von Technikmuseen liegt in der Frage, inwiefern technische Artefakte historisch oder eben archäologisch ausgestellt werden können und sollen - in funktionalem Vollzug oder als stumm dastehende Originale. Soll man technologische Originale nachbauen, um sie ohne Reue in Funktion zu zeigen, oder sie (und wie vollständig und weitgehend) restaurieren? Aus Musikinstrumentensammlungen und aktuellen konzertanten Aufführungen historischer Kompositionen ist die Debatte vertraut: Wann klingt ein Instrument historisch original? Was ist an einem technologischen Medium das Original, und was daran "historisch": die Logik oder die Materie, oder gilt es beides im Sinne des Informationsbegriffs von Norbert Wiener als neues Verhältnis zu denken? Technikhistorische Ausstellungen präsentieren zumeist getrennte Abteilungen für Morsetechnik, Radio und Fernsehen einerseits (als Nachrichtentechnik), und die Abteilung Rechentechnik (Computer, Informatik, Rechenmaschinen) andererseits; quer dazu aber verhalten sich medienepistemische Dinge wie das Relais, das aus der Telephonvermittlungstechnik in die frühen Computer wandert (Zuse, Bletchley Park); am Ende werden wieder umgekehrt die telekommunikativen Geräte wie das Handy selbst zum Minicomputer.

Die Eigenart des Edison-Phonographen liegt in seiner Stellung als Zwitter zwischen alphabetischer Schrift und elektronischer Tonaufzeichnung. Die spezifisch altgriechische Modifikation des phönizischen Konsonantenalphabets geschah ganz offenbar aus dem expliziten Interesse, die Musikalität der Gesänge Homers in Form von Vokalen mitaufzuschreiben. Das Alphabet vermag diesen Charakter der Stimme zu bannen, nicht aber aus eigener Medienkraft zu reproduzieren; dazu bedarf es der menschlichen Lektüre. Die phonographische Schrift der

Edison-Apparatur aber vermag als Apparat wundersam den Anschein einer menschlichen Stimme erklingen zu lassen. Andererseits ist dies ganz ohne Stromfluß möglich, schlicht auf Grundlage mechanischer Umdrehung. Dieses Stimmwunder vollzieht sich noch auf einer zweiten Ebene, dem medienarchäologischen Kurzschluß historischer Zeit, indem die zeitliche Distanz den menschlichen Sinnen gegenüber auf Null schrumpft. Tatsächlich läßt sich ein Phonograph von 1900 im Jahre 2006 zum Klingen bringen. Markant ist an diesem Gerät, daß es - im Unterschied der notwendig mit Verstärkern operierenden elektrotechnischen Apparaturen - keines elektrischen Stroms zum Betrieb bedarf, sondern rein mechanisch dennoch in der Lage ist, menschliche Stimme als Spur im Realen wiederzugeben - wobei *nolens volens* zugleich das Reale der Technik mitwiedergegeben wird.

In hochtechnischen Mobilmedien hingegen ist das Akku-Teil größer als die Prozessoreinheit selbst - eine nachrichtentechnische Herausforderung, das Verhältnis von Informationsverarbeitung und Energie.

Am Edison-Phonographen dient ein kybernetischer Fliehkraftregler dem Gleichlauf der durch ein Uhrwerk aufgezogenen Auflaufgeschwindigkeit des Phonographen. James Watt hat zur Regelung des Über- oder Unterdrucks seiner Dampfmaschinen jenen Fliehkraftregler miterfunden, der sich als Supplement einer Hochenergietechnik später zum zentralen Moment kybernetischer Steuerung emanzipiert. Norbert Wiener's *Kybernetik* zufolge unterteilt sich die Vorgeschichte der Gegenwart in ein 19. Jahrhundert der Energie und ein 20. Jahrhundert der Information. An der Maschine des energetischen 19. Jahrhunderts aber, der Dampfmaschine als Bedingung der Industriellen Revolution, befindet sich bereits ein medienepistemisches Ding, das auf die Zukunft der Information verweist.

Das kybernetische Prinzip der Rückkopplung wurde von Watt nicht für Zwecke der kulturellen Notation, sondern für die verbesserte Version seiner Dampfmaschine Ende des 18. Jahrhunderts entwickelt. Die Dampfmaschine steht im Deutschen Museum (München) in der Abteilung zur Energie, gehört aber - hinsichtlich ihres Fliehkraftreglers als kybernetisches, medienepistemisches Ding - ebenso in die Musikabteilung zum Phonographen. Er steht dem Uhrwerk, also dem (wie es englisch heißt) "timekeeping" nahe. Das Laufwerk des *Polyphon* im Stadtmuseum von Radeberg (Berlin 1900) wurde - so die Aufschrift - hergestellt vom lokalem Uhrmacher. Gleichlauf ist für den Vollzug hier entscheidend.

Tonaufzeichnung in technischen Schriften

Durch Fourier-Analyse hat Kultur Klänge in den numerischen Griff bekommen, indem sie eine Analyse des zeitlichen Ereignisses auf der

Frequenzebene ermöglicht und auf einen Blick, als Klangbild, sichtbar macht. Signale, also zeitlichen Ereignisse, werden so im Raum archivierbar - Lessings *Laokoon*-Theorem von 1766 in überraschender Form. Gesang und Sprache werden so zählbar macht, das "Alpha" sozusagen numerisiert.

Von daher die Motivwahl auf dem Buchumschlag des Buchs *Die Geburt des Vokalalphabets aus dem Geist der Poesie*: auf der Dipylon-Kanne aus Athen eines der frühesten hexametrischen, also noch der oralen Poesie zugehörigen Schriftzeugnisse im Vokalalphabet ("Wer nun von all den Tänzern am anmutigsten tanzt, der soll dies erhalten"²⁶¹), aber unterlegt mit dem linear skalierten Spektrogramm derselben Worte in Altgriechisch, gelesen und gesprochen vom maßgeblichen Erforscher des Zusammenhangs von Homer und Vokalalphabet, dem Altphilologen Barry Powell.²⁶² Der Untertitel des Buches lautet "Schrift, Zahl und Ton im Medienverbund", denn Zahlen, also Numerik ist es, die hier der Musikalität des phonetischen Alphabets auf die Spur kommt.

In diesem Denkmal des griechischen Vokalalphabets aus der Mitte des 8. Jahrhunderts v. Chr. geht der elegante Hexameter am Ende über in einen Kernbestandteil alphabetischer Schreibübung, die Serie (das Intervall) LMN, aus der dann der lateinische Begriff *elementum* entspringt - eine veritable Medienarchäologie des Vokalalphabets. Doch erst, wenn mit solchen Elementen nicht nur erzählt, sondern auch gezählt, also buchstäblich gerechnet wird, kommt es im Medienverbund von Schrift, Zahl und Ton zu einem techno-mathematischen Tanz, auf daß junge Berliner der Jetztzeit es an Grazie mit antiken Griechen aufzunehmen vermögen. So erreichen wir über die Fourier-Analysen am Ende die Welt der Wavelets; auf der Basis dieser Analyse wird das Spektrogramm des von Barry Powell artikulierten ersten vokalalphabetisch notierten Hexameters zum Mosaikbild.

Dergleiche Satz läßt sich mit der Software *Signalscope* analysieren. Hier kommt zum Vollzug, was Martin Heidegger in seiner Schrift *Die Zeit des Weltbilds* anhand der Disziplinen Physik und Geschichtsschreibung diagnostizierte: Technologie transzendiert das Humane als Anspruch, der über den Menschen, über dessen Planen und Betreiben hinausgeht. "Das Eigenste der modernen Technik ist kein bloß menschliches Gemächte" mehr²⁶³, und laut Norbert Wiener weder Materie noch Energie, sondern Information. *Zwischen* Materie und Energie tritt medienoperativ, also

261 Lesart und Umschrift der Inschrift nach Autopsie von Barry B. Powell, The Dipylon oinochoe and the spread of literacy in eighth-century Athens, in: *Kadmos*. Zeitschrift für vor- und frühgriechische Epigraphik, Bd. XXVII, Heft 1 (1988), 65-86

262 W. E. / Friedrich Kittler (Hg.), *Der Ursprung des Vokalalphabets aus dem Geist der Poesie*, München (Fink) 2006

263 Martin Heidegger, *Überlieferte Sprache und technische Sprache* [*Vortrag 1962], St. Gallen (Erker) 1989, 19

computergeworden, die mathematische Ebene.

Aus der passiven Fourier-Analyse folgt medientechnisch *aktiv* die Synthetisierbarkeit von Klang, Stimme und Musik - der elektronische Synthesizer. Zunächst auf symbolischer Ebene, doch mit der *granular synthesis* auch als Nachbildung der Materialität, der Physik der Klangorgane (Instrumente, Stimme) selbst.²⁶⁴

Hiermit kommen erneut technologische Medien als Meßmedien ins Spiel. Das Sonoskop erlaubt es, Mikrotöne und Mikrointervalle wahrzunehmen, zum Beispiel jene Obertöne, die bei der Flöte, Klarinette, Tuba und der menschlichen Stimme aus minimalen Bewegungen der Lippen resultieren.²⁶⁵ Wenn Norbert Wieners harmonische Klanganalyse "sub specie aeternitatis" gegen kleinste zeitliche Änderungen ausspielt, erinnert dies an jenen Neuplatonismus, in dem die Bedeutung des Wortes *aión* (Ewigkeit) dahingehend verschoben wurde, daß sie "in kurzen, blitzhaften Momenten aufscheint"²⁶⁶ - das Wesen der elektrischen Funken.

Der Medienarchäologe nimmt dabei (im theoretisch-methodischen "als ob") die Perspektive der Aufzeichnungsmedien selbst ein, die bekanntlich nicht einseitig auf die Wahrnehmung der kulturellen Akts ausgerichtet ist, sondern den Gesang und Musik gleichrangig wie jedes andere akustische oder klangliche Ereignis auch behandelt - um den Preis, daß ein technisches Medium keinen Begriff von "Musik" hat, weil dieser Begriff mit kultureller Semantik unauflöslich verstrickt ist. Dies ist zugleich schon die Perspektive der Physiologie des 19. Jahrhunderts, die hochtechnische Mediensysteme kognitiv vorbereitet. "Zwei Töne von gleicher Schwingungszahl sind immer gleich hoch", schreibt Hermann von Helmholtz „Ueber die physiologischen Ursachen der musikalischen Harmonie“ (1857): "Es ist gleichgültig, ob der Ton gebildet wird durch die schwingenden Saiten des Clavieres und der Violine, durch die Stimmbänder des menschlichen Kehlkopfes [...] oder durch die Brechung der Luft an den scharfen Lippen der Orgelpfeifen und Flöten"²⁶⁷ - oder durch elektronische Oszillatoren, ergänzt Medienwissenschaft.

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

265 Luigi Nono, Auf dem Weg zu Prometheus. Fragmente aus den Tagebüchern, in: Massimo Cacciari / Dieter Rexroth (Hg.), *Luigi Nono: "Prometeo"*, Programmheft Alte Oper Frankfurt 1987. Nono zielt hier vor allem auf bislang kaum wahrnehmbare Mikroereignisse in der hebräischen Phonetik.

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

267 In: ders., *Vorträge und Reden*, Bd. I, Braunschweig (Vieweg) 1896 (Erstaufg. 1865), 124 f.

Claude Shannon hat seine mathematische Theorie der Kommunikation gleichrangig für den ganzen Bereich von menschlicher bis hin zu teleapparativer Signalübertragung formuliert - allesamt "communication in the presence of noise". Lange Zeit galten Geräusche als häßlich gegenüber harmonischen Tönen, doch gerade hier wird das Fourier-Theorem mächtig, demzufolge *jeder* beliebige Schwingungsverlauf, also auch ein geräuschhaft-häßlicher, durch die Addition einfacher Sinusschwingungen nachgebildet werden kann. Schreiben wir an der Tafel die Buchstabenfolge "MEDIUM" an, läßt sich dieses Wort sequentiell zerlegen; als Ton empfundenen aber wären diese Buchstaben ineinanderzuschreiben.

"Nichtsinusförmige Schwingungen sind bei der Tonerzeugung der Regelfall"²⁶⁸, sei es nun die menschliche Stimme, Musikinstrumente oder die meisten Geräuschquellen. Da das menschliche Ohr seinerseits offenbar eine derartige Fourier-Analyse vollzieht, rückt das Theorem ins Zentrum einer dezidiert medienanthropologischen Sicht - im Unterschied zum technischen Recorder, der gerade nicht schon von sich aus Klangaufnahmen fourieranalysiert. Was also macht die musikalische Differenz? Die Analyse der eingehenden Welle im Innenohr (Basilarmembran) steht immer schon im zeitkritischen Verbund mit komplexen Vorgängen anderer Art: "Es werden Einrichtungen der Hörbahn und im Gehirn in deren weiteren Analyse und Sinnggebung von Schallen eingesetzt" (ebd.). Erst im Kopplung mit dieser "Sinnggebung" wird aus Klang Musik; der strikt medienarchäologische Anteil bescheidet sich mit der Erklärung von Prozessen der Analyse und der Signalübertagung.

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

Im Zuge von Parrys und Lords Expeditionen nach Südjugoslawien gelang die frühe musikethnologische Tonfilmaufnahme einer Darbietung des Guslars Avdo Medejovich.²⁶⁹ Was vermag das mit FFT erstellte Spektrogramm solcher Gesänge zu erfassen? Gewiß den puren akustischen Signalfluß, in seiner Indifferenz gegenüber anderen Ereignissen. Signalanalyse als Entsinnlichung, d. h. Loslösung vom Primat der Wahrnehmungskanäle im Menschen, wurde von den klassischen audiovisuellen Analogtechniken längst praktiziert, bevor es zu

268 Barkowsky 1996: 5

269 Abrufbar von der Webseite der Milman Parry Collection of Oral Literature, Harvard University ("Avdo movie2")

Mathematik und medientheoretisch eingeholt wurde. Denn Grammophon und Film speichern akustische und optische Daten einerseits strikt seriell - gerade damit aber "mit übermenschlicher Zeitachsen-Präzision"²⁷⁰. Damit ist das Monopol des Alphabets und des Buchdrucks auf Speicherung serieller Daten gebrochen, mit Konsequenzen für die poetische Kultur selbst.

Zwar gelingt die Speicherung serieller Daten im Speichermedium Buch, das selbst aber eher wie eine Zeichenmatrix aus Zeilen und Spalten aufgebaut ist; Joseph Frank (1981) nennt dies die "spatial form" von Texten gegenüber der chronologischen Ordnung.²⁷¹ Erst durch den lesenden Mensch werden diese Symbole wieder serialisiert. Solche Ingangsetzung von Zeichenketten wird mit dem Phonographen und der Kinematographie erstmals durch Apparate geleistet, Datenreproduktion *im Vollzug* - vorab eine exklusive menschliche Kulturleistung, die nun in einer Welt technischer Medien sich vollzieht.

Ein Argument Platons lautete: Schrift tötet die mündliche (orale) Gedächtniskultur; von daher die kulturtechnische Ambivalenz in Milman Parrys und Albert Lords Versuch, schriftlose homeroides Poesie in Serbien-Montenegro durch Transkription erfassen. Zugleich tritt mit Parry / Lord an die Stelle von Schrift als symbolischer Stimmennotation der signaltechnische Apparat: das elektromechanische Direktschneidegerät, der elektromagnetische Tondraht. Erfunden zum Zweck der Notation der Gesänge Homers, gereichte die Kulturtechnik Vokalalphabet zur symbolischen Analyse der sprachlichen Klänge (Barry Powell); demgegenüber unterläuft die medientechnische Klangaufzeichnung diese Schrift und bedeutet damit das Ende des Vokalalphabets zugunsten tatsächlicher Phonographie (Speichern) und Telegraphie (Übertragen). Rudyard Kipling schreibt über die damaligen Unterseekabel (die Bedingung für das Britische Empire²⁷²): Sprachliche Worte lösen sich, in elektromagnetische Impulse verwandelt, auf in klanglose Signalketten, die auf dem Grunde des Meeres nur flüstern "Let us be one"²⁷³ - der Fluch der Diskretisierung (ob in alphabetischer Form oder in Signalform). Auf diesem tiefen telegraphischen Meeresgrund aber nistet eine der größten Provokationen der elektrischen Medien, denn sie erschüttert die Grundlagen elektromagnetischer Energieübertragung. Die drahtlose Signalübertragung - für die Heinrich Hertz epistemologisch steht - war seit der Zeit ihres Aufkommens als ein Durchbruch betrachtet worden. "In

270 Kittler 1985: 252

271 Dazu David J. Bolter, *Writing space. The computer, hypertext, and the history of writing*, xxx, 159

272 Dazu Bernhard Siegert, *Eskalation eines Mediums. Die Lichtung des Radiohörens im Hochfrequenzkrieg*, in: *On the Air. Katalog*, hg. v. Transit (Innsbruck), Redaktion: Heidi Grundmann / Nicola Mayr, Wien 1993, 13-39

273 Hinweis Daniel Gethmann, *Tagung 100 Jahre Radio*, ORF Wien, 19. Januar 2007

Wirklichkeit jedoch hemmte sie die theoretische Entwicklung."²⁷⁴ In den Jahren nach 1870 arbeitete Oliver Heaviside daran, die Impuls-Signalgabe längs einer Übertragungsleitung zu verbessern (konkret die Untersee-Telegraphen-Linie zwischen Newcastle und Dänemark). Diese praktische Erfahrung führte ihn zur *Electromagnetic Theory* und konkret zur Entdeckung des Konzepts des "Energie-Stromes".

"Die drahtlose Übertragung ist eine resonante, stationäre Aktivität. Sie ist weit weniger bestimmend für die erfolgreiche Entwicklung der elektro-magnetischen Theorie als ihr scheinbar primitiver Vorläufer, der transversale elektro-magnetische [...] Übergang oder Impuls. Er pflanzt sich - geführt von zwei elektrischen Leitern - unverzerrt mit Lichtgeschwindigkeit fort." <Catt, ebd.>

Aktuelle Kommunikationstechnologie basiert auf dem logischen Impuls. Für die Einsteinsche Physik "ist die einzig mögliche elektro-magnetische Fortpflanzungsart die Sinuswelle, während die digitale Elektronik auf dem Impuls aufbaut" <Catt ebd.>.

Fortan ist der Vokal A als Laut nicht mehr der symbolische Garant für allen Anfang, sondern löst sich aus der medienarchäologischen Perspektive der Apparate auf in sonische Impulse. "Falls es etwas gibt, wodurch das Sprechen mit einer absolut a-signifikanten vokalen Funktion, die dennoch alle möglichen Signifikate enthält, eine Verbindung eingeht, dann ist es wohl das, was uns schaudern läßt, wenn der Hund den Mond anbellt."²⁷⁵

Durch den Phonographen wird die nur symbolische Sinnlichkeit der Dichtung ersetzt durch tatsächliche Signaltechnik. In Kittlers Modellierung nimmt die deutsche Romantik in Philosophie (Idealismus) und Kunst (Roman) proleptisch vorweg, was Medientechniken dann einholen - eine Variable also wird vorweg im Symbolischen definiert, die dann technisch real eingetragen wird.

"Das Grammophon entleert die Wörter, indem es ihr Imaginäres (Signifikate) auf Reales (Stimmphysiologie) hin unterläuft" (Kittler). Folglich sind die ersten Sprechproben auf dem Phonographen, wie sie im Wiener Phonogrammarchiv überliefert sind, Autoreferenzen des Mediums selbst, nicht mehr des Menschen. Der Phonograph läßt Kaiser Franz Joseph I am 2. August 1903 bei einer Audienz Sigmund Exners in der Kaiser-Villa in Ischl sagen, daß hier ein Stimmgedächtnis jenseits des Alphabets festschreibbar wird.²⁷⁶

274 Ivor Catt, Fundamentals of electromagnetic energy transfer, in: Electronics & Wireless World, Sept. 1984, 45ff, Auszug; Übersetzung: Ekkehard Friebe. <http://www.ekkehard-friebe.de/Catt1984.htm>; Zugriff 25. Januar 2007

275 Jacques Lacan, Die Psychosen. Das Seminar, Weinheim u. a. 1997, 166

276 Tonträger-Signatur Ph 1-3, aus CD: Tondokumente aus dem Phonogrammarchiv der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, hg. v.

"Wohl sind die Konstruktionsschwierigkeiten des [...] Apparates noch nicht vollständig überwunden. Doch es wird dessen ungeachtet von Interesse sein, auch in dieser nicht ganz vollkommenen Weise die Stimmen hervorragender Persönlichkeiten aus früheren Zeiten zu vernehmen und deren Klang und Tonfall, sowie die Art des Sprechens, gewissermaßen als historisches Dokument, aufbewahrt zu erhalten."²⁷⁷

Am Ende heißt es in dieser hochwohlgeborenen Aufnahme: "Es hat mit sehr gefreut, auf Wunsch der Akademie der Wissenschaften meine Stimme in den Apparat hineinzusprechen und dieselbe dadurch der Sammlung einzuverleiben."²⁷⁸ So tritt neben die zwei Körper des Königs ein medialer Drittkörper. Der Apparat (und die Sammlung) wird ein Vampyr, der vom menschlichen Input (als "Inhalt") lebt wie das Mikrophon der Radiopionierzeit, das die Reporter zum Schreien zwang.

Technische Medien sind imstande, akustische und optische Daten nicht mehr nur symbolisch kodiert, sondern als Signalflüsse selbst aufzuzeichnen und wiederzugeben. Es gibt höchst verschiedene Repräsentationsmöglichkeiten eines Musikstücks in kulturtechnischer Notation (Notendarstellung), als oszillographische Anzeige des zeitlichen Verlaufs der Schallwellen (Audioanalyse), und als mathematisch-graphisches Frequenzspektrum (Fouriertransformation).²⁷⁹ Dies sind nicht schlicht "verschiedene Sichten auf ein Musikstück" <71>, sondern es sind damit schon *Medientheorien* vorgegeben. Medienpraktisch erlaubt eine digitale Darstellung dieser Varianten die Simulation physikalischer Vorgänge in Echtzeit (wie es im *parallel distributed computing* auf die Spitze getrieben wird): "Die Noten können zeitlich verschoben, ihre Dauer verlängert, die Tonhöhe verändert werden. In der Audiodarstellung lassen sich Lautstärkehüllkurven definieren, um so die Dynamik anzupassen. Im Frequenzbereich kann das Spektrum durch eine Filterkurve bearbeitet werden. Veränderungen der graphischen Darstellung sind jederzeit akustisch erfahrbar" (ebd.).

Wurden lange Zeit noch analoge Mischpulte samt Schiebe- und Drehreglern auf den digitalen Monitoren simuliert, wird im physikalischen Modell (nicht zu verwechseln mit *physical modelling*) die Position eines Instruments im 3-D-Raum repräsentiert - ikonisch statt diagrammatisch. "Die Position des 3-D-Instruments wird nun durch das dahinterliegende Programm auf das Stereoklangbild abgebildet, um damit Lautstärke,

Dietrich Schüller, Serie 2: Stimmporträts, Wien (Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften) 1999

277 Transkription im Beiheft zur CD-Edition, 33

278 Nr. 1 aus der Sample-CD-ROM *hörBar. Ausschnitte von Aufnahmen aus dem Phonogrammarchiv* des Wiener Phonogramm-Archivs, Österreichische Akademie der Wissenschaften, 1999 = OEAW PHA CD D1

279 Abb. 1 in: Bernhard Wagner, Multimedia. Nutzen für wen?, in: Magazin Unizürich, Heft 2/97, 70-72 (70)

Hallanteile und Stereopanorama am realen Mischpult via MIDI-Verbindung zu steuern."²⁸⁰ Die wahrhaft medienarchäologische Alternative zu dieser Re-Ikonisierung aber ist Echtzeitprogrammierung in einer Software wie SuperCollider auf Code-Ebene selbst, wenn in einem Zug die Parameter programmiert und die Programme jeweils implementiert werden, in kürzesten Intervallen - der vertraute *refresh cycle* in der Programmier-*shell* selbst, durch Kapselung von Laufzeiten. Die Devise lautet dann mathematische Operativität statt intuitiven Schnittstellen.

Doch vermag die Analyse von Klang auf dieser untersten, medienarchäologischen, akustisch-mathematischen Ebene zu ergänzendem Wissen über die Spezifik des kulturellen Ereignisses oraler Poesie beizutragen, über das hinaus, was die Philologie mit dem Mitteln ihrer alphabetischen Technik (als Subjekt wie Objekt der Philologie) durchforscht?

Zunächst unterliegt die schriftlich, phonographisch oder elektromagnetisch fixierte kulturelle Überlieferung der Entropie des Materials - auf der untersten materiellen Ebene, im krassen Gegensatz zur Makroebene des negentropischen Archivs. An dieser Stelle werden techno-mathematische Methoden zur Medienarchäologie im starken Sinne des Wortes aktiv: Archäologisch geborgene Bruchstücke altmesopotamischer Keilschriftentafeln sind in ihrer Oberfläche zumeist durch Erosion oder Korrosion verrauscht; Risse, Kratzer und Verunreinigungen machen "die erhaltenen Informationen nahezu unlesbar"²⁸¹. Das epigraphisch traditionelle Nachzeichnen ist hochsubjektiv; Photographien wiederum "geben wegen der Dreidimensionalität der Inschriften und damit der starken Abhängigkeit von Schattenbildung nur einen geringen Teil der Information wieder". Abklatsche wiederum gefährden die Physik der brüchigen Oberflächen; also weicht die Forschung auf Formen der holographischen Dokumentation aus. Störungen gegenüber dem idealen Brennpunkt von parallelen Lichtbündeln bzw. Informationsübertragung führen zu Lichtanteilen, die außerhalb des Brennpunkts dienen; die Lichtverteilung um diesen Punkt heißt in Analogie zur elektronischen Informationsübertragung Raumfrequenzspektrum in der Fourierebene. Nun werden Hologramme von Fourierspektren aufgenommen und mit Filtern korreliert; der optoelektronische Korrelator wird zur Bestimmung von Korrelationen zwischen Einzelzeichen und Keilschriftzeichengruppen eingesetzt. Zu Keilschriftzeichen gibt es die jeweiligen Fourier-Spektren; es lassen sich dreidimensionale Fouriergebirge zu Zeichenketten ausgeben. Erkennbar darin sind die Autokorrelations-*peaks*, während die Kreuzrelationen im Rauschen liegen. Diese Form von *character*

280 Wagner 1997: 72

281 Günther Wernicke, Holographische Zeichenerkennung an Keilschrifttafeln, in: Humboldt-Spektrum 4/95, 22-27 (22)

recognition ist medienarchäologisch strikt asketisch, im doppelt archäologischen Sinne: ebenso medienästhetik (der Blick der Optik statt des hermeneutischen Auges) wie mathematisch (Fourier-Analyse).

Auch im visuellen System des Menschen werden optische Muster nach dem mathematischen Prinzip der Fourier-Analyse zerlegt - analog zum Klang auf der Basilarmembran des Innenohrs (nach von Helmholtz). Audiovisualität auf Sinnesebene: "Die Helligkeitsverteilungen, die die eigentliche optische Information innerhalb eines Bildes darstellen, werden als kontinuierliche Signale aufgefaßt, die sich in sinusförmige Bestandteile, sog. Ortsfrequenzen dekomponieren lassen."²⁸² Mit Gitterverfahren läßt sich die fraktale Dimension von Bildern bestimmen und auf diese Weise Zuordnung leisten: als Sortierung durch Computer.

Zurück zur Frage, ob techno-mathematische Medienanalyse (etwa die Fourier-Analyse) neben dem physikalischen Ereignis auch die kulturelle "Vergangenheit" einer akustischen Aufzeichnung zu fassen vermag, wenn sie doch jeden akustischen Signalfluß gleich gegenwärtig behandelt. Ist es das Rauschen der damaligen Aufnahmeapparaturen (ob nun Lords Webster Wire Recorder oder Parrys Aluminium-Direktplatten-Schneidegerät), das den historischen *Index* als Spur des Realen im Sinne der triadischen Semiotik von Charles S. Peirce an sich trägt - das Datum seiner Fabrikation, der damit festgeschriebene Standard seiner Technik? An dieser Frage entscheidet sich die Epistemologie des "Analogen" und des "Digitalen" selbst. Eine magnetophone Bandaufnahme transformiert die konzentrischen Schallwellen, die von einer Person oder einer anderen Klangquelle ausgehen, in eine Konfiguration von Metalloxydpartikeln auf einem Polyesterband - vermittelt eines Mikrophons als mechanisch-elektrischer Schnittstelle für Akustik, das die physischen Schallereignisse in elektrische Impulse umwandelt und diese in verstärkter Form der Wicklung eines Magnetkopfes zuführt, der in zeitlicher und dynamischer Abhängigkeit von den so erhaltenen Impulsen die Metalloxydpartikel des Bandes magnetisiert "und von einer zufälligen in eine strukturierte Konstellation bringt"²⁸³. Die Beziehung zwischen der Konfiguration der Partikel auf dem Tonband zu den ursprünglichen Schallereignissen ist eine der Analogie: "Die spezifische Dichte und Verteilung der Partikel ist den Charakteristika der Wellenstrahlen in ihrer Amplitude und Frequenz, ihrer Lautstärke und Höhe vergleichbar. Dieselbe Ähnlichkeitsbeziehung findet sich in der Technologie der Schallplatten aus Vinyl. Die Rillen auf der Schallplatte in ihrer Breite und Länge bilden eine analoge Konfiguration zu den akustischen Wellen, so daß der Stylus oder die / Nadel, welche den Rillen nachfolgen, die Gestalt des Klanges

282 Rainer Höger, Strukturelle Bildanalyse prähistorischer Felszeichnungen und Graffiti des 20. Jahrhunderts, in: Klaus Sachs-Hombach / Klaus Rehkämper (Hg.), Bildgrammatik, Magdeburg (Scriptum) 1998, 155-168 (157)

283 Mark Poster, "Digitale" versus "analoge" Autorschaft, in: Hermann Herlinghaus / Utz Riese (Hg.), Heterotopie der Identität, Heidelberg (Winter) 1999, 261-274 (268)

wiedergeben"²⁸⁴ - wie auch von Theodor W. Adorno in seinem Essay über "Die Form der Schallplatte" 1935 als die eigentliche Schrift des Tons definiert. Was als Schrift erkannt ist, läßt sich dekodieren: "Aufgrund dieser Analogie sind einige Menschen sogar in der Lage, die Rillen auf Vinylplatten zu 'lesen' und zu sagen, welches Musikstück ihnen eingeschrieben ist" (ebd.). Sind auf einer "Floppy disc"-Schallplatte (einer Beilage zur DDR-Pionierzeitschrift FRÖSI), eine Dokumentaraufzeichnung betitelt *Der Weg in den Kosmos*, die darin eingepprägten Sputnik-Signale optisch erkennbar? Ist zumindest als Muster lesbar, daß es sich hier um diskrete, periodische Signale gegenüber einem Rauschen handelt - die tatsächliche (Radio)Sendung des Satelliten? "Selbst wenn die Aufzeichnung des Klanges auf Tonband oder Vinyl in einer anderen materiellen Form als dem des ursprünglichecn akustischen Ereignis stattfindet, so bleibt doch eine Beziehung der Isomorphie oder Ähnlichkeit bestehen"²⁸⁵ - was den Bogen zu Ludwig Boltzmanns Sprechprobe von 1899 auf einen Wiener Phonographen schlägt, welche die Kopierbarkeit solcher Tonkonserven selbst thematisiert.

Eine grundsätzliche andere Lage ist die digitale Reproduktion, worin nach Maßgabe des Sampling-Theorems die Schallereignisse, also Schallwellen, rund vierzigtausendmal pro Sekunde abgetastet werden? "Der Computer verwandelt dieses Input in eine Reihe von Nullen und Einsen entsprechend einer Formel, die das Klangereignis hinsichtlich der Lautstärke und Tonhöhe kartographiert"²⁸⁶ - immerhin noch *entsprechend*. Denn damit ist das Analoge nicht verschwunden, sondern verschoben, nämlich ins Informatische. Wir haben es hier mit einem anderen Typus von Analogie zu tun, einer "diagrammatischen Ikonizität" im Sinne von Charles Sanders Peirce. Insofern ist die Formel (also das Programm), welche(s) die Charakteristika des Klanges in Beziehung zu spezifischen Kombinationen von Nullen und Einsen setzt, keineswegs so "arbiträr", wie es Poster <ebd.> definiert; es existiert sehr wohl eine Ähnlichkeit oder Analogie zwischen der Konfiguration der Ziffern und dem Klang. Es sei "völlig unmöglich, daß die Ziffern gleichsam wie der Ton 'aussehen'" <ebd.> - doch der algorithmisch trainierte Blick sieht auch Bit-Ketten eine Form (ein Muster, gar einen Ton) an, wie einst der Leser von Schallplattenrillen. Diese medienkulturelle Kompetenz aber ist eine mathematische, nicht mehr am Buchstabenmodell orientiert, obgleich das Modell des Vokalalphabets selbst schon eine Abstraktionsleistung gegenüber ikonischer Abbildung leistete, gegenüber ideographischen Schriften. In der Vokalnotation haftet das altgriechische Alphabet am physikalischen Ereignis des Klangs, hier analog.²⁸⁷ Buchstäblich *dazwischen* steht das "Alpha" in dem Moment, als der anfängliche Lautwert für den phönizischen Begriff (*aleph* "Ochse") universal

284 Poster 1999: 268 f.

285 Poster 1999: 269

286 Poster 1999: 269

287 Siehe Poster 1999: 270, unter Bezug auf Walter Ong 1982

akrophonisch verwendbar wird, während der altgriechische Begriff für dasselbe Tier ein ganz anderer ist.

Aus dem Drahtmagnetophon, wenn es aktuell betrieben wird, also unter Strom steht, ertönt eben nicht nur die Historizität der aufgezeichneten Musik und Sprache, sondern die je aktuelle Wiedergabe. Elektronische Speichermedien *erzeugen* eine Gegenwart der Vergangenheit, weil durch sie vergangene Signale unsere Sinnesnerven aktuell zu adressieren vermögen. Im Unterschied zu symbolischen, alphabetbasierten Formen der Aktualisierung von Vergangenheit (etwa die Lektüre eines mittelalterlichen Manuskripts) sind hochtechnische, signalverarbeitende radikal präsentistisch *an sich* (und nicht erst unter Einsatz menschlicher Symbolverarbeitung).

Gilt die Frage nach der (A)Historizität vergangener Tondokumente im Moment ihrer technisch-operativen Vergegenwärtigung auch für nicht-elektronische Speichermedien, etwa die Lektüre einer Originalausgabe von McLuhans *Understanding Media* von 1964, aktuell gelesen? Wenn hier die Person, die Energie, das Temperament des Autors McLuhans lange nach seinem Tod (1980) in erstaunlicher Gegenwart durchschlägt, geschieht dies doch nur auf der Ebene der kognitiven, lesenden Imagination, anders als etwa die Unmittelbarkeit Stimme einer anderen Toten, der ägyptischen Sängerin Umm Kulthum aus einem Tonfilm der 1930er Jahre oder von CD (etwa das Lied *Afdihi in hafidza el hawa*). Denn es macht einen Unterschied, ob die operative Vergegenwärtigung (das Prozessuale ist das notwendige Korrelat zur bloßen Anwesenheit des Objekts, des Dings, des Zeugs) erst im den Köpfen und Körpern der Menschen geschieht (der Akt des Lesens, das Spielen oder Singen "historischer" Partituren), oder von diesen Dingen selbst geleistet wird, als genuine und exklusive medientechnische Vergegenwärtigung, die von der menschlichen Gegenwart nur noch angestoßen werden muß - am Stromschalter.

Ein elektronischer Tonträger vermag "gegenwärtig" Frequenzen zu reproduzieren, also für menschliche Sinne einen Gegenwartseindruck zu generieren, obgleich er als Gerät an sich historisch ist. Tatsächlich vollzieht sich hier eine "blitzhafte Konstellation" im Sinne von Walter Benjamins *Thesen über den Begriff der Geschichte*, die im elektronischen Funk(en) "blitzhaft" wirklich wird. Ebenso plausibel ist (so gedeutet) Benjamins Begriff vom "Nu" vielmehr ein temporaler Kurzschluß im Sinne der Elektrotechnik denn ein "geschichtlicher" Sprung. Humane Wahrnehmung ist einerseits sensorisch unmittelbar der aktuellen "Sendung" des technischen Mediums ausgeliefert (das "unhistorische" Abspielen von Tonaufnahmen aus elektro-magnetisiertem Stahldraht), andererseits weiß sie kognitiv um den unübersehrbar "historischen" Index des damaligen Stands der (Röhren-)Technik eines solchen Webster Wire Recorder von 1948 - eine gegenstrebige Fügung, ein medientheoretisches *double-bind*. Historie ist aus Sicht der zeitkritischen

Perspektive nicht ausgehebelt, aber quer zu ihr kommt eine andere (mikro)zeitliche Ökonomie, eine genuine Medienzeit zu ihrem Recht, wie sie Götz Großklaus es ansatzweise thematisiert hat.²⁸⁸

Frühe Tondokumente auf Edison-Walzen thematisieren vor allem die Möglichkeiten und Defekte des (damals neuen) Mediums. Die vertraute Sprechprobe seiner Majestät Kaiser Franz Joseph I ist dafür ebenso ein Beispiel wie ein Mann der Wissenschaft, in einer frühen Aufnahme vom 30. Oktober 1899 im Wiener Phonogrammarchiv: "Ich glaube, daß die Originalaufnahmen ganz gut ausfallen werden, bezweifle aber sehr, ob das Kopieren wirklich ... [gelingen wird]."²⁸⁹ Boltzmann spricht die Reproduzierbarkeit an: Pikanterweise wurde die Walze am 22. November 1907 von Fritz Hauser umkopiert.

Ludwig Boltzmann begründete die statistische Physik mit seiner Entropieformel. Boltzmanns phonographische Sprechprobe zeitigte zwischenzeitlich das Verrauschen seiner Stimme auf dem materiellen Tonträger, als wolle die von ihm definierte Entropie thermodynamischer Systeme sich hier durch ihn sprechen.

Der Philologe Eduard Sievers schließlich spricht in der Aufnahme vom 14. April 1921 im Wiener Phonogrammarchiv über die "moderne Schallanalyse", wobei die von ihm definierten sechs verschiedenen Stimmtypen hier nicht nur semantische Behauptung, sondern performative Aussage selbst sind.

Die Selbstreferenz der Medien, wie sie im Verlauf des 19. Jahrhunderts als mechanische und elektrotechnische im Namen und zum Zwecke physiologischer Forschung entwickelt werden, läßt den Mensch selbst zur Botschaft des Mediums gerinnen, oder gar: das Leben. Der Screenshot des Froschschenkel-Experiments aus dem Virtuellen Labor im Programm SimNerv der interActive Systems zeigt es: einmal ikonisch den Laboraufbau, dann die Analyse der simulierten Zuckung als Frequenzspektrum.²⁹⁰

Ein Versuch im "virtuellen Labor" auf der CD-ROM im Katalog der Historischen Instrumentensammlung des Johannes-Müller-Instituts für Physiologie der Humboldt-Universität (2000) zeigt eine Kymographen-Simulation.²⁹¹ Wir sehen, wie vermittelt einer pneumatischen Übersetzung des Drucks sich der Puls des Herzens aus dem Versuchstier auf dem kreisenden Kymographenzylinderpapier einschreibt. Der Edison-Phonograph (und als *missing link* dazwischen der "Phonautograph" von

288 In seinem Buch *Medien-Zeit, Medien-Raum. Zum Wandel der raumzeitlichen Wahrnehmung in der Moderne* 1997

289 Tondokument auf CD in Schüller (Hg.) 1999: Ph 887

290 Aktuelle URL: <http://www.thieme.de/elm/sim/nerv2.html> (Zugriff 7-12-06) = Virtual Physiology - Neue Wege in der Lehre

291 Katalog/katalogdaten/animationen/kymographionversuch.html

Léon Scott) ist nicht nur der Anfang von (elektro-)mechanischer Stimmreproduktion als Massenmedium auf Tonträgern (resultierend in der Schallplatte), sondern zugleich das eher genealogisch denn teleologisch faßbare Ende einer Entwicklung von Meßtechnik, also der analytischen Seite von Medien. Diese verschobene Perspektive ist der Medienarchäologie eigen.

Die zeiträumlich immediate Ökonomie des Internet erlaubt es inzwischen, nicht nur von Speichemedien, sondern *online* in (fast-)Echtzeit Analysen am tatsächlichen Oszilloskop im Labor ferngesteuert durchzuführen, als Tele-Kontrolle einer oszilloskopischen Messung. Remote Controlled Labs sind reale Experimente, die über das Internet ferngesteuert werden können: "Der Versuch wird hierbei über Interface, Kontrollrechner und Webserver zugänglich und bedienbar gemacht. Webcams erlauben die Beobachtung des Experiments."²⁹²

Die Schwingungen des Oszilloskop korrespondieren indexikalisch analog mit den Nadelkurven des Phonographen von Milman Parry, der Guslari-Gesänge aufzeichnet; dem gingen die physiologischen Aufzeichnungen des Kymographen im 19. Jahrhundert (Emil du Bois-Reymond) voraus. Elektroden erlauben es heute der Physiologie und Neurobiologie, Nervenzellen an Lebewesen ohne invasiven Eingriff in ihr Gewebe zu erfassen - gekoppelt an die implizit sonischen, geradezu radiophonen Methoden der Kernspintomographie.

Die Erkenntnis, daß Hirnfunktionen dynamisch koemergent, nicht vor dem Hintergrund einer geheimen Kommandozentrale erfolgen, legt ungeplant Analogien mit der verschalteten Intelligenz im Internet nahe, das somit systemtheoretisch, aber nicht technisch zur Makroprothese komplexer Nervenwelten (im Sinne McCullochs) wird. Doch die eigentliche zeitkritische Botschaft ist eine Funktion der Meßmedien selbst: Wird durch solche Elektroden "die Aktivität zahlreicher Neurone gleichzeitig" erfaßt, lautet die Erkenntnis prompt, daß "Neurone im Gleichtakt zu schwingen beginnen", ein "synchrones Oszillieren"²⁹³. Nicht länger dominiert also das Modell, daß Hirnzellen erst auf einen audiovisuellen Reiz hin zur elektrischen Signalsendung aktiviert werden, um auf diese Art mit anderen Zellen zu kommunizieren.

Magnetophonie

Die mechanische und später elektromagnetische Stimmreproduktion durch unmittelbare Schallaufzeichnung basiert auf Signalsignalen - im Unterschied zur klassischen Kulturtechnik, die Musikalität der

²⁹² <http://rcl.physik.uni-kl.de>

²⁹³ Barbara Hobom, Auf der Suche nach der universellen Sprache des Gehirns, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 284 v. 6. Dezember 2006, N2

menschlichen Stimme durch das Vokalalphabet symbolisch oder als musikalische Partitur zu notieren. Barry Powell erwähnt in seinem Buch zum antiken Ursprung des Vokalalphabets aus dem Geist der Poesie Homers einleitend einen Befund im Milman Parry Archive of Oral Literature an der Harvard Universität: In den Schubladen lagern Stahldrahtspulen als Spur des damals technologisch aktuellen Stimmaufzeichnungsmediums *wire tape*, diesmal als "Schrift" im elektronischen Feld.²⁹⁴

Die aus der Mechanik des Phono- und Parlographen resultierende *signal-to-noise ratio* (der Signal-Rausch-Abstand) war kritisch im Sinne der Verstehbarkeit (akustisch wie hermeneutisch); dieses Manko verschwindet weitgehend mit der hochfrequenten Vormagnetisierung des Magnettonbands, auf Grundlage der von der AEG gemeinsam mit der BASF um 1935 entwickelten und betriebenen Bandmaschine mit Magnetband aus Acetylcellulose, wo an die Stelle der reinen Mechanik des Grammophons das Speichern von Schallschwingungen als rasche Abfolge magnetischer Felder tritt. Im Juni 1934 wurde dafür der Markenname „Magnetophon“ festgelegt; signifikant heißt es eben nicht mehr etwa "Magnetograph" - das Ende der Schrift-Episteme, und ihr Ersatz durch das elektromagnetische Feld, demgegenüber die Bezeichnung von Tonbandgeräten für die Deutsche Wehrmacht als "Tonschreiber" einen Rückfall darstellte, denn dies wäre fachgriechisch nichts anderes als der vertraute "Phonograph". Zudem geschah Oberlin-Smiths Erfindung der elektromagnetischen Tonaufzeichnung (lange vor Valdemar Poulsen) unmittelbar im Anschluß an Edisons Erfindung des Phonographen (1877/78), als gleichursprüngliche Alternative.²⁹⁵ In welchem Takt also schreiben sich die Ereignisse der Mediengeschichte? Jedenfalls nicht allein sukzessiv; vielmehr gilt es im Sinne der Diskursanalysen Foucaults Phasen zu bestimmen, in denen bestimmte Denkweisen und Techniken buchstäblich "in der Luft liegen" - womit sich die Dichte der Erfindungen erklärt, die in der Broschüre *Pioniere der Radiotechnik* von Hanns Günther 1926 beschrieben sind. Im Einzelfall mögen die schrittweisen Erfindungen, obgleich oft doppelt oder dreifach gemacht, unabhängig voneinander gemacht worden sein; gemeinsam sind einer Epoche - sie geradezu erst als Epoche definierend - die Fragestellungen und Denkmöglichkeiten (das "Ge-stell" im Sinne Heideggers), die dann allorts technische Konkretionen zeitigen.

Die Premiere des Magnetophons fand im Nationaltheater Mannheim am 27. April 1935 statt; die Aufnahme auf Magnetband ist erhalten (abhörbar in den Technischen Sammlungen der Stadt Dresden). Im Fall des Drahttongeräts wurden - medientechnisch selbstreferentiell - die

294 Barry Powell, *Writing and the origins of Greek literature*, Cambridge / New York (Cambridge UP) 2002

295 Dazu Friedrich Karl Engel, *A Hundred Years of Magnetic Sound Recording*, in: *Journal of the Audio Engineering Society*, Vol. 36, No. 3, März 1986, 170-178

Vorträge des Technikerkongresses von 1908 aufgezeichnet; 14 Stunden Aufnahmezeit verschlangen 2500 Kilometer magnetisierten Eisendrahts. Ernst Pfeumer gelingt mit der Entwicklung des "Singenden Papiers" (pulverisiertes Eisenodyd als elektrizitätsspeichernde Schicht) ein Speicherverfahren, das nicht nur handhabbarer ist, sondern auch einen medienepistemischen Sprung darstellt: die konsequente Trennung von Aufzeichnungsmedium und Information (Friedrich Karl Engel). Dazwischen steht ein Hybrid aus der Tonfilm- als Lichttontechnik, das *Tefiphon* (Typ TSH 1 mit Schallband, produziert in Köln-Porz ca. 1940).

Die elektronische Tonaufzeichnung beginnt mit Valdemar Poulsens Stahldrahtgerät, dem Telegraphon, einem elektromagnetischen Aufnahmeverfahren von 1898; eine frühest Aufnahme aus ca. 1900 dokumentiert in Österreich die Worte des Kaisers und seines Forschungsministers Exner (dem Protagonisten des Wiener Phonogrammarchivs). Zum kulturalanalytischen Einsatz kam es in einem ganz und gar medienarchäologischen Projekt. Es gehörte zu den immer wieder aufgeworfenen Fragen der Erzählforschung, wie es der *oral poetry* vom Schlage Homers (die Epen *Ilias* sowie die *Odyssee*) in schriftloser Zeit möglich gewesen war, entsprechende Mengen an Poesie zwischenzuspeichern und zu übertragen. Nicht nur, daß der Wille zur Aufzeichnung Homers im archaischen Griechenland höchstwahrscheinlich unmittelbarer Anlaß zur Modifikation des phönizischen Konsonanten- hin zum Alphabet gewesen ist; Milman Parry, der Mitte der 1930er Jahren in experimenteller Archäologie als Analogie zu Homer die Praxis epischer Gesänge in Albanien erforschte, bediente sich eines seinerzeit neuen technischen Aufzeichnungsmediums, welches geradezu die Antinomie der mündlichen Gesänge bildet und als *écriture mangnetique* (wie es in Frankreich heißt) die Mächtigkeit des Alphabets potenziert.²⁹⁶ Medienarchäologische Einsicht in ein kulturtechnisches Argument:

"He discovered a new way to make a text. He carried to Yugoslavia the best electronic recording equipment he could find, when [...] some songs were taken down on aluminum wire, others on metal discs. In the Milman Parry Collection at Harvard, Albert Lord showed me [...] several rolls of this wire, hopelessly tangled in a drawer - what lost songs does this tagled text preserve? Aluminium wire [...] is not oral song, but a kind of text [...]. Parry's aluminum discs and wire, just as much as a papyrus with graphemes scratched thereon, provide a material basis - obviously liable to corruption - for a code impressed upon it. In either case the text depends on technological innovation: the Greek alphabet [...], inscribed on parchment or papyrus, and electronic magnetization [...]. All texts are useless without the technology to decode its symbols: the rules of Greek alphabetic writing [...], a tape-player [...]." ²⁹⁷

296 In Romanform verarbeitet durch: Ismail Kadare, *The File on H.*, xxx. Exzerpt unter <http://www.nytimes.com/books/first/k/kadare-file.html>

297 Powell 2002: 6

Gegenüber symbolisch kodierten Aufzeichnungen (Alphabet) vermag die grammophone Aufzeichnung, auch Geräusche, also die Anzeichen des Realen mit aufzunehmen: Betonungen, Timbres, die Körnigkeit der Stimme (Roland Barthes). Parry „showed how it was possible to make a text out of oral poetry, evidently a contradiction in terms. The singer sings and the scribe records, whether on aluminum wire or discs or by means of graphemes on a flexible substance. There is no audience to entertain, except the recorder [...], the recording of the poem is doing something to the shape of the poem.“²⁹⁸ Die Situation von *Krapp's Last Tape* (Samuel Beckett)? "Nothing here but the recording" (William Burroughs)? Doch „neither Parry nor Lord [...] were interested in the nature or history of the technology that had made the text of Homer possible, any more than Parry investigated the history of the recording machine.“²⁹⁹ Quellenkritik im Zietalter technischer Medien, ins Medienarchäologische gewendet, heißt auch die kritische Rekonstruktion der Hardware der "Texte".

Parallel zu den Forschergenerationen der Individuen Parry und Lord kamen analog zwei Generationen von Aufzeichnungsmedien zum Zug. Medienarchäologie praktiziert "kritische Philologie" von Hardware und interessiert sich insofern dafür, wie unterschiedlich Aufnahmen von Aluminiumplatte und Drahtmagnetband klingen, hinsichtlich ihrer *signal-to-noise ratio* und des ästhetischen Effekts - etwa das *Dratophon* der Firma Paratus aus den 1950er Jahren.

An dieser Stelle schlägt Medienarchäologie in Medienarchivologie um, in die Einsicht und Rekonstruktion von Technologien ethnographischer Feldarbeit. Unversehens kommen die Gebrüder Jacob und Wilhelm Grimm ins Spiel, die 1812 bis 1815 ihre Sammlung *Kinder- und Hausmärchen* herausgaben, wie der begleitende Cover-Text von Genia Möbius-Lapuhs für die Märchenplatte *Von einem, der auszog, das Fürchten zu lernen*, darlegt. Hier macht die Theorie des Mediums Schallplatte das Vorgängermedium zur Botschaft: "Die Brüder Jacob und Wilhelm Grimm erkannten, daß hier etwas sehr Schönes und Wertvolles verlorengehen würde, und sie beschlossen daher, durch das Land zu reisen und alles aufzuschreiben, was sich das Volk noch erzählte, um es uns zu erhalten.“³⁰⁰ Zeitgleich zu dieser Urform von Phonographie im Medium des Vokalalphabets aber macht Oersted die Entdeckung elektromagnetischer Feldablenkung, die Faraday dann wenig später zur Formulierung der Induktion führt und damit die Möglichkeitsbedingung elektronischer Schallaufzeichnung setzt - so ungleichzeitig sind Epochen, die im historischen Diskurs indifferent zusammenfallen. Damit zurück zur

298 Powell 2002: 6 f.

299 Powell 2002: 7 f.

300 Für die Schallplatte bearbeitet von Andreas Bauer und Ulrich Rabow, VEB Deutsche Schallplatten Berlin, o. J.

medienarchivischen Lage in New Haven: Die Milman Parry Collection umfaßt auf Magnetdrahtaufnahmen Albert Lords während seiner Juguslawien-Kampagnes 1950/51. 1934/35 zeichnete Milman Parry die Gesänge auf Aluminiumplatten im Direktschnitt auf. Für die medienarchäologische Ästhetik ist die Differenz von Tiefenschrift (Edison-Phonographie) und Seitenschrift (Grammophon) entscheidend, denn dem Phonograph ordnet sich vorrangig Sprache zu, während erst das Grammophon wirklich Musikqualität zeitigte - die für Parrys Erforschung oraler Dichtung entscheidende Differenz.

Das Problem von Medienarchiven im 21. Jahrhundert ist nicht allein die Unzugänglichkeit antiquierter Hardware (wie die Organisation und Instandsetzung eines "Paratus" von 1950, um überlieferte Magnetdrahtspulen überhaupt abspielen zu können), sondern der Softwareformate und Plug-ins. So stellt zwar die Harvard University großzügig digitale Transkriptionen der historischen Aufnahmen von Parry und Lord *online* zur Verfügung, doch gibt es schon in dieser Gegenwart Probleme damit, das entsprechend aktuelle und damit kompatible *streaming*-Format RealAudio auf dem nutzenden Rechner zu installieren³⁰¹; erst dann lassen sich die serbo-kroatischen Barden fern hören - ein signifikanter Bruch in der Medienkultur von Gedächtnis.

Das technische Format spielt hier eine vielfache Rolle - einmal als Hardware, einmal als Software; einmal als Walze, einmal als Platte. Parrys "Grammophon" zeichnete tatsächlich auf Aluminiumplatten auf, nicht auf Zylindern (wie Edisons Ur-Phonograph). Im Englischen heißt auch ein solches Gerät Phonograph, während dieser Begriff im Deutschen vielmehr auf die spezielle Variante Edisons beschränkt ist, im Unterschied zur Grammophonplatte (Marke Emil Berliner). Plötzlich liest sich auch Friedrich Kittlers Buchtitel *Grammophon - Film - Typewriter* anders als in der englischen Übersetzung.

Im Fall der Stahltonbänder in der Parry/Lord-Collection der Universität von Harvard liegt das Problem nicht im Copyright, sondern in der Dekodierbarkeit überhaupt: "Most, but not all, of our wire spools have been transferred to tape. We have one wire recording device from the early 1950s, but it is not functional."³⁰²

Medienarchäologie trainiert immerfort, die Verwendungsweise technischer Artefakte (sofern sie denn medienepistemisches Zeug darstellen) in ihren unterschiedlichsten Zusammenhängen - und damit auch nicht-menschenorientiert - im Medientransfer zusammenzulesen. Die Computerfirma Ferranti Ltd. entwickelte in Großbritannien 1962 einen

301 Etwa [rtsp://128.103.60.224:554/1150375718185_3980285.smi?](http://128.103.60.224:554/1150375718185_3980285.smi?cloakport=80,554,7070)
[cloakport=80,554,7070](http://128.103.60.224:554/1150375718185_3980285.smi?cloakport=80,554,7070)

302 David Elmer von der Milman Parry Collection an der Harvard University, E-mail vom 14. Juni 2006

Laufzeitspeicher mit Nickel-Verzögerungsleitung: "In einer Kassette befindet sich ein etwa 300mm langer Nickeldraht, der über einen elektroakustischen Wandler zu Längsschwingungen angeregt wird. Eine Serie von Impulsen läuft durch den Draht zu einem zweiten Wandler am Drahtende. Speicherkapazität 128 Bits bei Laufzeiten von 128 Mikrosekunden."³⁰³

Vergleichen lässt sich damit ein Magnetdrahtspeicher aus dem SEAC, der - mediengenealogisch konsequent in Nachfolge der Hollerith-Lochkartenmaschinen - im National Bureau of Standards, Washington, D. C., eingesetzt wurde: "Auf einem dünnen Nickeldraht werden die Daten seriell durch einen Schreib- und Lesekopf Bit für Bit aufgezeichnet und wieder gelesen"³⁰⁴ - ein Drahtspeicher, der mit einem Alphabet operiert, das nicht mehr die menschliche Sprache abbilden soll, sondern genuines Aufzeichnungsmedium einer technischen Sprache ist.

Ein ähnlicher Transfer medienepistemischer Dinge ist der von Schallplatte und Magnetplattenspeicher; auf dem letzteren werden in konzentrischen Spuren digitale Daten gespeichert, während die Schallplatte (wie die Nipkow-Scheibe) mit Spiralen operiert - zwei verschiedene technische Geometrien, realisiert auf ein und demselben technischen Dispositiv, der Drehscheibe. Ein Einblick (die medienarchäologische Öffnung) in gängige Festplattenlaufwerke ergibt im ersten Augenschein das Bild eines klassischen Plattenspielers.³⁰⁵

Online liegt in digitaler Transkription ein Teil der Aufnahmen Parrys auf der Web-Seite der Milman Parry Collection (Harvard University) vor - als Audio-Dateien.³⁰⁶ Doch gilt es ebenso das Scheitern des Versuchs, diese Klänge *online* tatsächlich auf den lokalen Computer zu laden, zu reflektieren: Nicht nur die immer schnelleren Halbwertzeiten von Hardware sind das Problem des medienkulturellen Gedächtnisses, sondern neuerdings auch die flüchtigen Formate, d. h. die Software. Eine neue, genuin medienarchäologische Form von Quellenkritik zählt hier: Die Klippen liegen nicht allein in der Beschaffung von ausgestorbenen Dinosauriern der Tonbandtechnik, als den materialen technischen Aufzeichnungsmedien aus den 50er Jahren des 20. Jahrhunderts, sondern in den sich ständig ändernden oder up-gedateten logischen Formaten, mit Hilfe derer (und den Plug-ins der Internet-Browser) die genannten digitalen Transkriptionen heute *online* heruntergeladen und überhaupt erst am Computer abgespielt werden können.

303 Inventarisiertes Objekt Nr. 75975 im Deutschen Museum, München, beschrieben in: Friedrich L. Bauer, Informatik. Führer durch die Ausstellung, München (Deutsches Museum) 2004, 198

304 Bauer 2004: 200

305 Siehe Abbildung Festplattenlaufwerk Seagate ST9096A, in: Bauer 2004: 205, Bild 8.1a

306 Etwa: rtsp://128.103.60.224:554/1150375718185_3980285.smi?cloakport=80,554,7070

Singendes Papier (das Magnettonband)

Der Moment eines gelingenden Signalereignisses wird von den Zeitgenossen ebenso wie von den betreffenden Medien gewußt. In den Technischen Sammlungen der Stadt Dresden (Schandauer Straße) steht nicht nur eines der ältesten Magnettonbandgeräte der AEG aus den 1940er Jahren ausgestellt; mit Kopfhörer läßt sich auch ein historisches oder besser: medienarchäologisches Dokument hören, ein (mithin digitalisierter) O-Ton im buchstäblichen Sinne, in dem das Medium durch den Mund des Sprechers sich verkündet und damit im Sinne McLuhans die Botschaft ist (charakteristisch für die Phase, in denen technologische Medien aus dem Versuchsstadium in ihr Gebrauchsstadium treten). Der Ort ist nahe am Speichermedium, dem Produzenten von Magnettonband, der BASF: die Magnetophon-Premiere. Hier ist nicht mehr - wie etwa seit der Photographie auch für optische Medien gebräuchlich - eine "Schrift"bezeichnung für das neue akustische Aufzeichnungsgerät prägend, wie es im Begriff Phonograph und Grammophon noch durchschlägt; an die Stelle der symbolisch oder technisch analogen Schrift tritt das elektromagnetische Feld.

Szene dieser Testpremiere ist das Nationaltheater Mannheim im April 1935 - zeitgleich also zur Aufnahme eines regulären Testprogramms im deutschen Fernsehen. Gespielt wird von den Musikern des Nationaltheater-Orchesters Mannheim ein Sonatensatz für Violoncello und Klavier ("mit Unterbrechung kurz nach Beginn sowie Fehlerstellen", vermerkt der Museumskommentar). Folgt ein Kommentar von Generalmusikdirektor Philipp Wüst nach dem Hören der Versuchsaufnahmen, Nationaltheater Mannheim, 27. April 1935, im Anschluß an die musikalische Darbietung: "[...] deutliche Probe mit dem neuen Magnetophon hat uns aufs Äußerste überrascht. Wir sind erstaunt über die Klarheit des Tons sowie über die Möglichkeit, auch die speziellen Eigentümlichkeiten eines Instruments zu erfassen und wiederzugeben. Sogar das Klavier, der Schrecken der Grammophonplatten und Radioapparate, war annehmbar zu hören. Wir glauben vor allem, daß dieser Apparat, auch wie er jetzt schon ist, sehr wohl dazu dienen kann, bei Sängern und Sängerinnen, Geigern, Schauspielern usw. die Kontrolle übernehmen kann [...]." An dieser Stelle dann abrupt eine fehlerhafte Bandstelle, das (noch) vertraute Geräusch des Band-Hochfahrens, Band-Eierns, Nebengeräusche. Bei der Transkription der gesprochenen Worte sind die typographischen Symbole zum Ausdruck dieses technischen Defekts die Auslassungspunkte - wie sie in der Epigraphik als Zeichen für fehlerhafte Stellen in der Buchstabenkette (Software) oder zur Darstellung von Brüchen im Stein (Hardware) fungieren. Die magnetophonische Stimme von Direktor Wüst fährt fort: "Wenn wir von kleinen Mängeln, die jetzt noch vorhanden sind, sprechen wollen, so fällt uns zunächst auf, daß alle dynamischen Unterschiede zwischen [...] und

Mezzoforte aufwärts ein leises Scheppern und Zittern bei der Wiedergabe hervorgerufen haben. Ebenso klingen die tieferen Töne z. B. beim Cello auf der C-Saite noch nicht so vollendet wie die Mittellage beim Cello und eigentlich sämtliche Töne auf der Violine. Wir glauben aber sicher, daß diese Mängel teilweise aber auch mit den noch nicht vollkommenen Aufnahmebedingungen zusammenhängen und sind überzeugt, daß das Magnetophon eine große Zukunft haben wird."

Dynamik bezeichnet das Verhältnis zwischen dem größten und kleinsten Wert einer elektroakustischen Größe; angegeben wird diese Größe in db, also Dezibel - worin der Name des Amerikaners Bell anklingt, des Miterfinders von Telephon. Diese Maßeinheit wird logarithmisch angegeben ($1 \text{ dB} = 1/10 \text{ Bel}$). Zum Zug kommt hier die aus der Nachrichtentheorie Shannons vertraute *signal-to-noise ratio* sowie nebenbei eine präzise Definition von Musik im Unterschied zum reinen Klang: "In der Audiotechnik wird mit D. das Verhältnis eines Nutzsignals, z. B. Klanginformationen wie Musik, zu den mehr oder weniger unvermeidlichen Störgeräuschen (Störspannung, Rauschen, Brumm) angegeben. Bei einer Klangaufzeichnung mit einem Tonbandgerät wird die D. beispielsweise durch die größtmögliche Aussteuerung (ohne hörbare Verzerrung durch Übersteuerung der Übertragungselemente) und durch das Eigenrauschen des speichernden Tonbands begrenzt."³⁰⁷ Dementsprechend sind noch frühere Dokumente aus der AEG-Entwicklungstechnik des Magnettonbands von 1934 Probeworte - ein Stammeln, das dem technisch noch nicht stabilen Medium korrespondiert.

Mit der Vakuumröhrentechnik wurden Ton- und Bildsignale aus dem rein elektrischen Feld ins Elektronische potenziert - welches die Steuerbarkeit von frei im Raum sich bewegenden Elektronen meint. Die Elektronenröhre stellt einen medientechnischen Mikroweltraum aus Vakuum und Elektronenströmen dar. Dieser Elektronenfluß hat mit dem Magnettonband ein Gedächtnis; sehr rasch wird Rundfunk aus Tonbandaufnahmen gesendet.³⁰⁸ Auch das Magnetband konzentriert sich zunächst auf die Tonspeicherung und -wiedergabe, ist aber - mit der für technologische Medien charakteristischen Indifferenz und des Medientransfers einzelner Bauelemente der elektrischen Signalverarbeitung - ebenso für die Speicherung und Wiedergabe von optischen Signalen geeignet (Video), und jenseits der technischen Prothesen audiovisueller Signalflüsse einen frühen Computerdatenspeicher darstellt, wie sie Gerhard Dirks während des Zweiten Weltkriegs in Deutschland als Option der Magnetspeicherung für Buchungsmaschinen ansatzweise entwickelte.

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

308 Davon zeugt die Original-Absage nach der Sendung der Rundfunkaufnahme eines Dvorak-Konzerts aus dem Feierabendhaus Ludwigshafen (BASF) von 1948 (Privatsammlung Friedrich Engel, Bensheim)

Medienarchäologisch macht es Sinn, das (Magnet)Tonband implizit unter den Themen Video sowie TV-Produktion (MAZ) und -Archive mitzuverhandeln; ebenso gut aber ist es Teil jener Generation früher Computer, die des *tape* als Speichermediums bedurften. Insofern ist das Magnetband nicht - wie andere Medien zuvor - strikt auf einen Sinneskanal festgelegt, sondern eines jener Artefakte, die medienepistemisch am Werk sind.

Bevor das zeitnah zu den Anfängen der Fernsehens erfundene Magnettonband der AEG und der I. G. Farben als Magnetische Aufzeichnung (MAZ) im Fernsehbetrieb zum Einsatz kam wie im Rundfunk bereits ab 1938/39, verfügte das Fernsehen über keinen internen Speicher - abgesehen von jenem Bruchteil einer Bildzwischen-speicherung, der als Alternative zur mechanischen Bildabtastung in der Nipkow-Scheibe in der Bildfängerröhre, dem Ikonoskop, dem "Speicherbildempfänger" von K. V. Zworykin, als TV-Kamera operativ (nicht gedächtnisemphatisch) stattfindet.³⁰⁹ Solange im Zwischenfilmverfahren lichtintensive Außenaufnahmen erst auf Film gemacht werden mußten, die dann fast unverzüglich in ein Bildabtastgerät mit Nipkow-Scheibe eingespeist wurden, während der Film zur Neuaufnahme unverzüglich wieder chemisch gelöscht wurde, ergab sich die schwache Überlieferungschance, daß gelegentlich Zwischenfilme als belichtete liegenblieben.

"Theremin for the Deaf"

Ein von David Friedrich spezifizierte Theremin erlaubt es, die im Radiofeld erzeugten und von nahen Menschenkörpern als Kondensator modulierten Klänge - aber eben auch andere Ereignisse im *acoustic space* - mittels eines Audio-Transmitters, per Cochlea-Implantat und signalintern geordnet durch Algorithmen - Gehörlosen³¹⁰ als bioelektrische Signale durch Elektroden in den menschlichen Hörnerv zu senden, unter Umgehung des mechanischen Anteils im äußeren Hörkanal. Das eigentliche Interface ist hier nicht mehr akustischer Natur. Zur Beobachtung zweiter Ordnung von Seiten neutraler Anwesender wurden diese elektromagnetischen Wellen in Friedrichs Installation auf einem peripher angeschlossenen Oszilloskop sichtbar. Was hier bloß verbal beschrieben werden kann, vernimmt das "Gehör" der Messmedien selbst

309 Kurt Lipfert, Das Fernsehen. Eine allgemeinverständliche Darstellung des neuesten Standes der Fernsehtechnik, München / Berlin (Lehmann) 1938, 35

310 Siehe Shintaro Miyazaki, Elektrode im Ohr. Gewebe-Metall-Schaltkreise und Cochlea-Implantate - bis 1984, in: SenseAbility. Mediale Praktiken des Sehens und Hörens, hrsg. v. Beate Ochsner sowie Robert Stock, Bielefeld (transcript) 2016, 125-145

als *wave forms*. Und so kommt der *Technológos* schalltoter Signale in Hörgeräten, akustischen Prothesen und in der Transducer- und Verstärkertechnik zur externen (menschenseitigen) und technikimmanenten Sprache. Am elektroakustischen Interface kommt etwas zum Erklingen, was elektronikseitig nicht-akustischer Natur ist. Der Doyen der Elektronenröhrenforschung in Deutschland, Heinrich Barkhausen, registrierte mit Erstaunen die Äquivalenz elektronischer (implizit sonischer) und mechanischer (akustischer) Schwingungen.³¹¹

SIGNALE VERSTEHEN. WELCHES PHYSIKALISCHE WISSEN ENTBIRGT EINE KLANGINSTALLATION?

Tim Otto Roths Installation *Astroparticle Immersive Synthesizer*³ weckt Erkenntnischancen, Erkenntnisgrenzen und blinde Flecken "sonischer" Forschungsmedienkunst. Aus medientheoretischer, nachrichtentechnischer und radikal medienarchäologischer, d. h. technomathematischer Sicht meint dies weniger die ästhetischen Phänomene denn ihre technologischen Möglichkeitsbedingungen: das Paradigma der Meßbarkeit, die signalkritische analog/digital-Transformation, und deren Verdinglichung in Sensoren. Damit einher geht eine kritische Hinterfragung von wissenschaftlichen wie künstlerischen Verfahren der Daten"sonifikation", verbunden mit dem Appell an Medienkunst, die von ihnen verwendeten technischen "black boxes" den Betrachtern und Hörern gegenüber zu öffnen.

"Das noch nicht Meßbare meßbar machen"

Die begehbare Licht- und Klanginstallation aus 444 farbig leuchtenden, kugelförmigen Lautsprechern³¹² sucht elementare physikalische Prozesse erlebbar zu machen. AIS³ steht für den dreidimensionalen 'Astroparticle Immersive Synthesizer' - aber ebenso für *aisthesis* hoch drei: nicht mehr nur sinnesphysiologischer Art, sondern technisch, und schließlich computermathematisch modelliert.

Die Installation resoniert auf den ersten Blick mit Marshall McLuhans Begriff des "acoustic space", der damit - medienepistemologisch tiefergelegt - nicht den hörbaren Klang, sondern die immersive Sphäre der elektrischen Simultaneität und besonders das elektromagnetische *environment* von Funkwelten diesseits aller Radiolautsprecher bezeichnet. AIS³ ist kein Pendant, sondern ein Gegenstück zur optischen "Cave".

311 Heinrich Barkhausen, Einführung in die Schwingungslehre, Leipzig (Hirzel) 1958, "Vorwort"

312 28. August 2018 bis 16. September 2018, St. Elisabeth (Kultur Büro Elisabeth), Berlin

Die Daten des IceCube-Observatoriums in der Antarktis bilden das „Klangmaterial“ für das Environment in der St. Elisabeth Kirche in Berlin-Mitte. Ist die Installation tatsächlich "auf das engste mit Physik verknüpft"³¹³? Die referentielle Illusion existiert allein menschenseitig; tatsächlich herrscht kein indexikalischer Bezug zwischen dem sinnlich erfahrbaren Phänomen und der Physik, wie es die analoge photo- oder phonographische Spur als Signalaufzeichnung respektive die elektromagnetische Wandlung "live" tatsächlich verkörpern; an dessen Stelle tritt deren vollständige digitale Transsubstantiation, der algorithmisierte Bezug, die zwischenweltliche Übersetzung in eine ganz andere formale Sprache. Aus physikalischem "Klang" (Schall als Schwingung / Welle) wird Algo-Rhythmik (Impuls), d. h. implizite Sonik als elektronische Zeitform.

Das noch nicht Meßbare meßbar zu machen lautete der Forschungsimperativ Galileo Galileis. Martin Heidegger zufolge wird Naturerkenntnis nicht durch das Experiment zur Forschung, sondern "weil die neuzeitliche Physik eine im wesentlichen mathematische ist", d. h. ein Ereignis "für die Berechnung im voraus beherrschbar gemacht werden kann"³¹⁴. Dies geschieht - als Vorbedingung - durch technische Zurverfügungstellung der Welt als berechenbare, konkret: durch analog-zu-digital-Wandler. Es ist die Verlagerung des Wissenwollens in die "Maschinenteknik", welche überhaupt erst das Begehren nach numerischer Exaktheit - und damit den Sieg des Digital- über den Analogrechner - fordert.³¹⁵ Altgriechische Erkenntnis unterstellt den Dingen als *ta mathémata*, als Vorauskenntnis, u. a. die Zahl³¹⁶; in ihrer algorithmischen Ausführung (der "mathematischen Prozedur", mit Kurt Gödel) werden sie zur Turingmaschine.

Zur Funktion der Sensoren

Medienarchäologie fokussiert die Rolle der Sensoren (oder "Detektoren"³¹⁷), welche die physikalischen Ereignisse überhaupt erst in jene digitalen Daten übersetzen, die sich dann sonifizieren lassen - so daß eigentlich nicht die Physik von Elementarteilchen, sondern deren technomathematisierte Information zu hören ist. Bei allen Verdiensten um die Sicht- und Hörbarmachung solcher Ereignisse durch wissenschaftliche und künstlerisches *imaging* respektive Sonifikation ist es ein medienkritisch inakzeptabler Preis, daß die Blackbox dieser

313 Elektronische Kommunikation Tim Otto Roth, 1. Mai 2018

314 Die Zeit des Weltbildes [Vortrag 1938], in: ders., Holzwege, Frankfurt / M. (Klostermann) 1950, 69-104 (74)

315 Heidegger 1950: 69

316 Heidegger 1950: 71 f.

317 Dazu Shintaro Miyazaki, Algorhythmisiert. Eine Medienarchäologie digitaler Signale und (un)erhörter Zeiteffekte, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2013

Datenprozessierung in einer medienkritisch problematischen Weise dabei systematisch undurchschaubar gehalten, geradezu dissimuliert wird.

Signale werden zu Informationen durch A/D-wandelnde Sensoren. Im Falle des Neutrino"teleskops" IceCube in der Antarktis wandeln 5160 Digitale Optische Module als Lichtsensoren zunächst die Effekte der Neutrino-Kollisionen, also freiwerdende Energie in Form von Lichtteilchen (Photonen), in Elektronen, welche massiv verstärkt werden, um so der berechnenden Messung und am Ende auch Sonifikation zugänglich zu sein. Kosmische Teilchenbahnen sind nur als Unfall meßbar, als kollisionsinduziertes Lichtenergiephänomen, aus denen dann mit statistischer Wahrscheinlichkeit auf die galaktische Quelle ihrer Emission rückgeschlossen sind³¹⁸ - ein Verbund aus hochtechnischen Meßmedien und eskalierter Mathematik. Die von Glaskugeln umschlossenen Photomultiplier sind im Eis am Südpol eingelassen. Hatte Galileo Galilei mit seinem Teleskop noch den eigenen Augen-Blick ins All augmentiert, tritt mit der Erfassung kosmischer Teilchenbahnen durch hochtechnische Detektoren in IceCube eine komplexe Technomathematik zwischen Forscher und Welt. Während die AIS³-Installation die Teilchenbahnen durch LEDs und Lautsprecher in 440 Kugeln immersiv sicht- und hörbar macht, bilden die Sensoren von IceCube selbst bereits die eigentlichen Kunstwerke hochverdichteter Technik. Hochtechnische Sensoren nisten auch im Zentrum von Teilchenbeschleunigern wie dem Large Hadron Collider des CERN. Zeitdiskrete Signalabtastung und Quantisierung treffen hier ununterbrochen non-interpretative Entscheidungen: zunächst ultrakurz zu Daten ("sample-and-hold"), dann langdauernder abgespeichert als Zurverfügungstellung für analytische Computersoftware, sogenannte Event Display Programme, die auf einem Bildschirm etwa durch Farbzuzuordnung oder räumliche Staffelung die dynamische, n -dimensionale diagrammatische Darstellung nach verschiedenen Kriterien erlaubt.³¹⁹ "Das Verfahren richtet sich immer mehr auf die durch es selbst eröffneten Möglichkeiten des Vorgehens ein"³²⁰; im Atomreaktor "steckt die ganze bisherige Physik", im Digitalcomputer hingegen die mathematische Intelligenz. "Im Erkennen von bestimmten Mustern und Zusammenhängen" an Teilchenbahnen "ist das menschliche Hirn dem Computer immer noch überlegen. Die graphische Darstellung erlaubt die schnellste Informationsübertragung der gespeicherten Daten über das Auge des Physikers"³²¹, wie von Fraktalen am Bildschirm (i. U. zur symbolischen Notation) vertraut; für zeitliche Muster wird dementsprechend das Ohr adressiert, "ein schnelles

318 Siehe DESY-Pressemitteilung (Deutsches Elektronen-Synchrotron, Hamburg) vom 12. Juli 2018 "Durchbruch bei der Fahndung nach Teilchenbeschleunigern im Weltall", http://www.desy.de/infos_services/presse
319 Christoph Grab, Event Display. Visualisierung in der Teilchenphysik, in: Jörg Huber / Alois Martin Müller, Basel / Frankfurt a. M. (Stroemfeld / Roter Stern) 1993, 189-204 (200)

320 Heidegger 1950: 77

321 Grab 1993: 201 f.

Erkennen" respektive Vernehmen "von vielfältigen Korrelationen zwischen verschiedenen Teilchen und Teilchengruppen"³²² - das musikalische Gehör für Zeitmustererkennung *alias* Rhythmus. Dieser Rhythmus aber ist selbst unauflösbar verstrickt in die Algorithmen, die sie als Bild oder Sonifikation durch den Computer für Menschen überhaupt erst erfahrbar machen. Der Mensch ist in dieser Praxis nur noch als Datensinke an den Nachrichtenkanal gekoppelt. Längst sind die eigentlichen Empfänger zunächst einmal die Mikroprozessorkerne der Supercomputer. Tritt anstelle der sinneszentrierten Analyse vollständig algorithmisierte *analytics*, wird ein anderes Wissen offenbar: das Wissen der techno-mathematisierten Natur über sich selbst. Mit Deep Learning vermag Software auch Korrelationen aufzuzeigen, die der menschliche Programmierer nicht ausdrücklich schon vorgesehen hat. Diese Praxis hat längst auf den individuellen Lebensraum übergreifen, im "Self-Tracking" und "Lifeloggung" von körpereigenen Daten durch Sensoren.³²³ Der phänomenologischen Frage nach deren Medienwirkung medienarchäologisch vorgelagert ist die technische und epistemologische Möglichkeitsbedingung dieser Praktiken: A/D-Wandlung und die Vermeßbarkeit von Welt.

Hervorbringung des impliziten Klangs: Sonifikation

Das Verhältnis von Physik und Kunst betrifft einerseits die Nähe zur materiellen Dimension von Welt, aber ebenso alternative technomathematische Zugänge zu wissenschaftlichen Daten, wie es das Konzept des Sonischen anstrebt. Die synthetisierende Sonifikation naturwissenschaftlicher Daten (wie auch der elektroakustische Synthesizer) ist letztendlich eine Konsequenz aus der Fourier-Analyse, welche Klang in numerische Werte, den Zeit- in den Frequenzbereich transformiert. In ihrer mathematischen Existenz werden Klänge implizit. Eine solche mathematische Analyse fordert die Sonifikation nicht-klanglicher Daten geradezu heraus.

Erst mithilfe eines elektrotechnischen Relais, des Vakuumröhrenverstärkers, vermochten Forbes 1924 und Adrian 1926 elektrische Nervenimpulse akustisch nachzuvollziehen.³²⁴ "The alpha rhythm of the brain has a range from eight to twelve hertz, and, if amplified enormously and channeled through an appropriate transducer, can be made audible", heißt es einleitend in der Partitur von Alvin Luciers *Music for Solo Performer*, die im Rose Art Museum der Brandeis University bei Boston vor einem halben Jahrhundert in Zusammenarbeit mit John Cage zur Aufführung kam.

³²² Grab 1993: 203, zu Abb. 8 a-e

³²³ Dazu Stefan Selke, *Lifeloggung. Digitale Selbstvermessung und Lebensprotokollierung zwischen disruptiver Technologie und kulturellem Wandel*, Springer (Wiesbaden) 2016

³²⁴ McCulloch 1999: 222

Der Begriff "auditiv" ist auf die menschliche Psychoakustik bezogen, während das Akustische in der Physik auch für Menschen Unhörbares bezeichnet. Audifikation transponiert zeitlineare Meßsignale unmittelbar in hörbare Schallschwingungen, während Sonifikation eine willkürliche Zuordnung zwischen Daten und Tönen vornimmt.

McLuhans elektromagnetischer Umweltbegriff des "acoustic space" weist darauf hin, daß Menschen von mehr impliziten denn hörbaren "Klängen" umgeben sind, deren sinnliche Erkenntnis ohne Vermittlung von Medientechniken der Transponierung für Menschen unzugänglich bleibt.

Sonifikation sucht das noch nicht Hörbare hörbar zu machen; "Hörsamkeit" ihrerseits ist damit eine Funktion von Meßtechniken.

Auditory Display umfaßt akustische Anzeigen in der Mensch-Maschine-Kommunikation; verklanglicht aber werden nicht die mit Sensoren gewandelten rohen Signale, sondern die zu Daten gewandelten Informationen. Sonifikation meint "jedwedes Übersetzen von Information" - und damit nicht der eingängigen, eigentlich physikalischen Signale - in den akustischen Frequenzbereich. Dies bezweckt, in Signal- und Datenreihen enthaltenen *zeitliche* Muster, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten (mithin "Rhythmen") zu identifizieren; damit unterhält der Sonifikant ein diagrammatisches Verhältnis zum Sonifikat. Was aber ist ein Sonifikat: keineswegs ein klanglicher Inhalt, sondern eine zeitliche Form: Wellen respektive Impulse. Auch die AIS³-Installation ordnet den von den Sensoren im IceCube detektierten energetischen Lichtblitzen, in denen eintreffende kosmische Elementarteilchen sich artikulieren, nach dem Muster einer musikalischen Komposition, deren Komponist indes der Kosmos selbst zu sein scheint, jeweils Tonhöhen und Leuchtfarben zu. "Roth übersetzt diese Bewegungen satzweise mit warmen Sinus- und technoiden Sägezähntönen, es kommt aber auch bandgefiltertes Rauschen zum Einsatz."³²⁵ Doch ein Risiko von *parameter mapping* in der Sonifikation solch physikalischer Datenfelder liegt in der kognitiven Tendenz des menschlichen Gehörs, Muster selbst im stochastischen (und *zeitinvarianten*) Rauschen zu erkennen, und mithin Sinn da zu machen, wo reines Rauschen ist.³²⁶

Sonifizierendes *mapping* ist sonische Diagrammatik. Parameter-Mapping operiert auf Basis eines Algorithmus; hier werden Meßwerte nicht direkt übertragen, sondern bewußt so umgestaltet, daß damit Strukturen des Datensatzes wahrnehmbar werden. Jeder Dateneigenschaft wird ein Klangparameter wie Lautstärke oder Tonhöhe zugeordnet; im zeitkritischen Sinne auch Anschwingzeit oder Geschwindigkeit.

325 Aus dem Begleitblatt zur Berliner Installation, www.imachination.net/ais3

326 Siehe Joe Banks, Rorschach Audio. Art & Illusion for Sound, London (Strange Attractor) 2012

Das kommunikationsmediale Äquivalent zum Datenarray von AIS³ war die vom Deutschlandradio initiierte Software Tweetscap.es.³²⁷ Diese wandelt deutschsprachige Twiternachrichten in Echtzeit in Klänge (und Bilder), um Themen und Frequenz von *online*-Kommunikation sinnlich darzustellen. Basiert Sonifikation auf den Hashtags der Tweets, unterliegt sie damit erneut dem Logozentrismus der Metadaten, der Verschlagwortung; die Sonifikation des Twitter-Grundrauschens zeitigte ihrerseits vertraute Klänge aus der klassischen Kommunikationswelt: Schreibmaschinentasten, Morsezeichen, das Klicken von elektromagnetischen Relais.

Aufgabe einer kritischen Klangmedienkunst ist es demgegenüber, den Sonifikator selbst hörbar zu machen. Eine frühe Form des Auditory Display waren Lautsprecher an Digitalcomputern, etwa 1958 gekoppelt an den Wiener "Mailüfterl", einen der ersten volltransistorisierten Rechenautomaten in Europa, indem man seinem Algorithmus lauschte. Stürzte der Rechner ab, kommunizierte er ein durchgängiges Signal; ansonsten war es möglich, den Stand der Berechnung anhand der Tonfolgen festzustellen.³²⁸

Sonifikation ist nicht schlicht das akustische Pendant zur wissenschaftlichen Visualisierung, sondern gegenüber optischer Verräumlichung ein besonders geeignetes Verfahren zur *zeitkritischen* Datendarstellung in Form von Impulsfolgen - Verklanglichung im Sinne der eigentlichen (sonischen) Botschaft diesseits des akustischen Inhalts: der Zeitform der Signale.

Akustisches *monitoring* ist "Panaudismus". So setzte die US-amerikanische Marine zur akustischen Echtzeit-Überwachung ein Netz von Hydrophonen im Nordpazifik ein, das 1991 für wissenschaftliche Forschungszwecke freigegeben wurde: mehrere Hundert Kilometer lange Unterseekabel, an die Schalldruckmesser angeschlossen sind. Das *Sosus*-Netz (Sound Surveillance System) diente zunächst, um sowjetische U-Boote zu orten. Schall, erzeugt von submarinen Beben (seismische Wellen aus Meeresvulkanen), wird so aufgezeichnet.³²⁹

Doch was in der "Sonifikation" physikalischer Daten vernommen wird, sind nicht etwa die welthaltigen Signale, sondern der technische Wandler respektive der Algorithmus, der Mikroprozessor und seine Signalfilter. In der medienkünstlerischen AV-Installation bleibt dieser technische sowie logische Mechanismus des Sampling und seine Algorithmisierung verborgen, zugunsten der Illusion des indexikalischen Bezugs. Tatsächlich

³²⁷ www.tweetscap.es.de

³²⁸ F. Grond / T. Schubert-Minski, Zeitgenössische Forschung und Anwendung in der wissenschaftlichen Sonifikation, *online xxx*

³²⁹ Horst Rademacher, Meeresvulkane schneller zu finden, in: FAZ Nr. 66 v. 19. März 1997, N3

geschieht eine vollständige analog-zu-digital-Wandlung, geradezu eine "Transsubstantiation" im medienepistemischen (nicht liturgischen) Sinne.

Audifikation überführt Meßwerte unmittelbar in Schalldruckwerte; das entscheidende medientechnische Modul ist hier der *transducer*. Eine direkte Übersetzung von Frequenz zu Signal sind Geigerzähler, EEG und EKG, wo resultierende Tonfolgen über einen Lautsprecher ausgegeben werden. Die Indikation radioaktiver Ereignisse im Geigerzähler ist die transitive, indexikalische Audifikation einer Entladung: reellwertige Variablen, im Unterschied zur intransitiven, quantisierten Numerik *alias* Digitalcomputer.

Geigerzähler haben mikronukleare Ereignisse seit gut 100 Jahren vernehmbar gemacht; nun ertönt "Musik" mittels Sonifikation aus dem Large Hadron Collider.³³⁰

Im britischen Radarsystem des Zweiten Weltkriegs war dem eigentlichen Operations Room zuallererst der Filter Room (in Bentley Priory) vorgeschaltet, der unwahrscheinliche Signale aus den einzelnen Stationen oder Rauschen aus der Übertragung ausfilterte. Roth seinerseits weckt Interesse auch an jenen Daten, "die die Naturwissenschaftler normalerweise herausfiltern. Werden keine von Teilchen ausgelösten Lichtbewegungen registriert, messen die Detektoren trotzdem niedrigenergetische Signale. Dieses Grundrauschen verdichtet der Komponist zu einem tiefrot wummernden, interferierenden Klangfeld."³³¹ Doch auch dem, was in der Installation AIS³ aus dem Lautsprecherarray als Schnittstelle zu Menschenohren erklingt, ist als das eigentliche "Auditorium" der technische Empfänger (im Sinne von Shannons Nachrichtendiagramm vorgeschaltet - ein hochelektronisches, technomathematisches "Gehör". Auf der Ebene technischer *aisthesis* werden hier im Moment der Quantisierung von gesampelten Signalen interpretationsfreie, "kulturlose", operative Entscheidungen getroffen.

Die analoge Filterung von elektrischen Signalen ist durch die Kombination von Widerständen und Kondensatoren "operativ eingeschränkt"³³². Digital signal processing (DSP) wurde Anfang der 1980er Jahre durch festverdrahtete DSP-Chips beschleunigt; analoge Filter werden seitdem digital simuliert. Zwischen künstlerisches Interface und Physik tritt das Modell.

"CyberAntarktis"

330 Siehe (und höre) <http://www.boingboing.net/2011/02/14/making-music-with-th.html>

331 Begleitblatt zur Berliner Installation, www.imachination.net/ais3

332 Shintaro Miyazaki, Das Sonische und das Meer. Epistemogene Effekte von Sonar 1940|2000, in: Andi Schoon/ Axel Volmar (Hg.), Das geschulte Ohr. Eine Kulturgeschichte der Sonifikation, Bielefeld: Transcript 2012, 129-145 (138)

Die Chiffre AIS³, in Lautschrift verfaßt [aiskju:b], "lässt gleichzeitig den Namen des weltweit größten Teilchendetektors anklingen: IceCube. Dieses verteilte Meßinstrument registriert im Tiefeneis des Südpols jene seltenen Momente, in denen kosmische Strahlen, konkret Neutrinos, die beim Zusammenprall mit Atomkernen Lichtblitze zeitigen.³³³ Ist die Verklanglichung solcher Ereignisse demgegenüber ein Donner?

Inwiefern führt Datensonifikation zum "Verstehen" dessen, was in der Interaktion von Kosmos und Erde vor sich geht? Mit Hegel ist der *Ton* "die flüchtige Erscheinung einer Innerlichkeit, die in dieser Äußerung nicht ein Äußerliches bleibt, sondern sich als ein [...] Innerliches kundgibt"³³⁴. Sonifikation erschließt dem Gehör sublime Kräfte, die durch sich selbst nicht wahrnehmbar sind - weil ihre Zeitsignale gar nicht an Menschen gerichtet sind.³³⁵ So soll auch die Installation AIS³ Menschen genau jene Elementarteilchen immersiv nachvollziehbar machen, die ansonsten unbemerkt in jedem Moment ihre Körper durchqueren.

Das Medienkunstkollektiv Knowbotic Research (KR+cF) widmete sich 1994 in ihrer interaktiven Installation *Dialogue with the Knowbotic South* der CyberAntarktis, d. h. einer Antarktis, die allein durch den Computer als Funktion der auf der physikalischen Fläche erhobenen Meßdaten, etwa ihrer Temperaturen, existiert - außerhalb ihres physikalischen Orts selbst. Die dreidimensionale Datenvisualisierung der virtualisierten Antarktis war immersiv begehbar.³³⁶ Was ändert sich, wenn Meßdaten demgegenüber sonifiziert werden?

["Neutrinos wechselwirken kaum mit Materie und können fast ungestört durch den ganzen Erdball fliegen. Die seltenen Interaktionen machen sich durch schwache Lichtblitze bemerkbar und geben Aufschlüsse über weit entfernte Geschehnisse im All. In der gigantischen, einen Kubikkilometer umfassenden Anlage am Südpol sind mehr als 5000 gläserne Kugeln im Eis eingefroren, um diese schwachen Lichtimpulse zu registrieren. 2013 hat IceCube mit der Entdeckung außergalaktischer Neutrinos ein neues Fenster ins All geöffnet"³³⁷ - wie es die Wilsonsche

333 <https://www.elisabeth.berlin/kulturkalender/ais3-astroparticle-immersive-synthesizer3>, Abruf 2. Mai 2018

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

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

336 Siehe <http://www.medienkunstnetz.de/werke/dialogue-with-the-knowbotic-south> (accessed September 2013); eine Videodokumentation unter <http://www.youtube.com/watch?v=dJ3ZbD5uGkE>, Abruf September 2013

337 <https://www.elisabeth.berlin/kulturkalender/ais3-astroparticle-immersive->

Nebelkammer vorab *in vitro* aufscheinen ließ.]

Das Gegenstück zur Sonifikation von Teilchenbeschuß aus dem All ist die Radiosendung aus dem All selbst: die Frequenzen der Pulsare, die als Radioempfang überhaupt erst zur Existenz kamen. Radioastronomie beobachtet nicht, sondern lauscht"³³⁸; schon der teleskopische Blick Galileis war nicht mehr Beobachtung erster Ordnung, sondern vermittelt, d. h. gebrochen durch die optischen Linsen - genuine medienaktive *theoría*.

Der optischen Metapher des "Beobachtens" in der (längst computersimulationsbasierten Wissenschaft) steht asymmetrisch das "Vernehmen" beiseite; mit der ebenso medienphysikalischen, medienmathematischen wie medientheoretischen Einsicht in die Natur elektromagnetischer Wellen verschiebt sich die audio-visuelle Asymmetrie (und hebt sie auf). Sonifikation ist ein Oberflächenphänomen: die Wandlung elektromagnetischer Wellen (gerade nicht mechanischer Schall, sondern elektrodynamische Schwingungen und Impulse) in Schalldruck. Dem gegenüber steht die Notwendigkeit zu einem begrifflichem Neologismus: Sonizität statt Sonifikation.

Was heißt es, Signale auszustellen?

Zeitbasierte Künste haben längst den klassischen Galerieraum gesprengt; vollends entziehen sich die "zeit- und raumentgrenzte" (und -entgrenzende) Medien wie die hochfrequenten Radiowellen des elektromagnetischen Spektrums der musealen Darstellung. Doch auch immaterielle Medienvorgänge wie der Radioempfang müssen im technischen Sinne - wie alle Antennengeräte - "geerdet" werden. Dies ist die Chance der Ausstellung. Ein von Jan-Peter E.R. Sonntag unter dem Titel *Rauschen* im Kunstverein Stuttgart ausgestelltes Tableau war kein minimalistisches Gemälde mit weißer Leinwand, sondern in Wirklichkeit ein Antennenrahmen für Radiowellenempfang.

Es war eine traumatische Erkenntnis infolge der Entdeckung der elektromagnetischen Medien, daß sie sich der unmittelbaren sinnlichen Erkenntnis entziehen; Faraday beschreibt diese Verunsicherung des experimentellen Wissens ausdrücklich. Mit elektrotechnischen Medien tritt etwas Erhabenes in die Welt. Feldlinien werden erst sichtbar, wenn sich ihnen Eisenfeilspäne fügen - also immer nur als Phänomen; die Sache selbst bleibt unsinnlich und steht daher den mathematischen Feldgleichungen Maxwells intellektuell näher denn den menschlichen

synthesizer3, Abruf 2. Mai 2018

338 M. Scholz , Kleines Lehrbuch der Astronomie und Astrophysik, Bd 2: Teleskope, Detektoren, Methoden , E-Book-Ausgabe 2009, 3

Sinnen.

Sonntags Installation *Natural-Radio-Wave-Trap* (*Natur-Radiowellen-Falle*) rief diese Verunsicherung wach. Und so ist es das subtile Rauschen im Radiowellenempfang, in dem sich dialektisch "die Frage nach Technik oder dem, was wir Natur nennen, aufhebt" (J.-P. Sonntag): *Spherics* und *sprites* mögen von militärischen Versuchen oder von Gewittern herrühren.

Klingende Datenströme unterscheiden techno-akusmatisch nicht zwischen menschlichen und schlicht physikalischen Impulsen, nicht zwischen Botschaft und Rauschen; so hörte Thomas A. Watson, Assistent des Telephonerfinders Alexander Graham Bell, in einer Telephonleitung vorgeblich "außerirdische" Signale: "Watson heard natural radio when the long iron telephone test line acted unwittingly as a long-wave antenna. This was before anyone knew what an antenna was or, [...] what electromagnetic radio waves were"³³⁹ - Langwelle. "The only reason that Watson was the first person to accidentally hear these sounds was due to his privileged proximity to the right type of transducer: the telephone" (ebd.).

Die Welt des Kurzwellenempfangs ist eine Welt des Rauschens, die in der Funktechnik zur Kultur wird, indem sie verschiedene Formen des Rauschens ausdifferenziert - vom laufzeitbedingten Influenzrauschen in der Elektronenröhre bis zum atmosphärischen oder gar kosmischen Rauschen.³⁴⁰

Rauschen und Filtern

Rauschen wurde erst mit der Nachrichtentheorie wirklich diskurs- und kunstfähig. Jan-Peter Sonntag stand mit dem Motto seiner Stuttgarter Installation auf Seiten Michel Foucaults. In seinem Vortrag "Botschaft oder Rauschen?" vor einem Medizinerkongreß betonte Foucault 1966, wie in einer technischen Welt Störung nicht notwendig das Symptom einer Krankheit ist, nicht nur ein Unglück, sondern ebenso als Glücksfall von Information erlebt wird, denn sie erzeugt Unerwartetes, verdoppelt also nicht schlicht das schon Bekannte. So wird auch die ästhetische Avantgarde mit dem Rauschen kompatibel (Max Benses Vision).

³³⁹ Douglas Kahn, *Earth Sound Earth Signal. Energies and Earth Magnitude in the Arts*, Berkeley (Univ. of California Pr.) 2013, 14, hier zitiert nach: Shintaro Miyazaki, *Listening to Wetware Circuitry. Sonic Experimentations and Algorhythmicity*, in: *UN TUNE. CTM - Festival for Adventurous Music & Art*, 16th Edition, Berlin 2015, 64-67 (64). Siehe auch Shintaro Miyazaki, *Going Beyond the Visible: New Aesthetic as an Aesthetic of Blindness?* in: David Berry / Michael Dieter (eds.), *Postdigital Aesthetics*, 2015, 219-231 (222)

³⁴⁰ Siehe Detlef Lechner, *Kurzwellenempfänger*, Berlin (Militärverlag) 1975, Kapitel "6.3. Rauschen", 157 ff.

Aus Sicht des elektroakustischen Synthesizers und seiner subtraktiven Klangerzeugung stellt sich die Frage, inwiefern "die artikulierte Rede eine vom Diskurs des Anderen gesteuerte Filterung aus weißem Rauschen ist"³⁴¹.

Unmetaphorisch erinnert dies an das System SIGSALY von 1943 zur Verchlüsselung telephonischer Kontakte zwischen London und Washington. Einmalig wurde ein Zwillingsspaar von Schallplatten synchron mit thermischem Zufallsrauschen bespielt. Senderseitig wurde die Sprachbotschaft damit gemischt: Sprache zu Rauschen; auf Empfängerseite bedurfte es dergleichen Platte, um das Signal wieder vom Rauschen trennen zu können. Insofern mag im Rauschen-Raum tatsächlich etwas gesagt werden, das das Rauschen verdeckt. Das Plattenpaar selbst wurde jeweils sofort wieder vernichtet; im Akt der Verschlüsselung verausgabte sich damit die Kommunikation. Es gibt kein Archiv des Rauschens, ohne daß dieses wieder der symbolischen Ordnung anheimfallen würde (Pseudo-Rauschen).

Bill Viola frühes Videoband mit dem treffenden Titel *Information* (1973) zeigt optisches Rauschen.³⁴² Was hier sichtbar wurde, war gerade nicht als Bildkunst gemeint, sondern Ausdruck der *sonischen* Auffassung Violas in Anlehnung an den indischen Musikbegriff des *drone*): Demzufolge wird die Welt nicht aus Einzeltönen zum Klang aufgebaut oder wie im Vocoder die menschliche Stimme zum Zweck der Sendung durch den *voice eccoder* in mehrere Bänder aufgeteilt, sondern die Welt ist vorausseilend voll von einem Gesumme als Klanggemisch, demgegenüber im subtraktiven Verfahren Musik überhaupt erst ausgefiltert wird.

Jeder Empfangs- und Kommunikationsapparat, ob nun klassisches Radio und Fernsehen oder Smart Phones, selektiert aus dem hochfrequenten Signalgemisch das aus, was als Inhalte vernommen wird. Genau dies ist der Radio-Zustand der aktuellen Medienkultur bis hin zu den Funknetzen, in denen Mobilfunk existiert.

Apparatus aperiendi: Die Aufgabe der Forschungskunst

Was heißt es, eine technologischer Apparatur zu entziffern? Es gibt keine Blackbox - sondern nur Unwissen, etwas zu öffnen. Diese Einsicht zielt kritisch auf die Rolle von Kunst im Zusammenhang mit technischer Medienkultur im anklingenden 21. Jahrhundert. Die erste Epoche der

³⁴¹ Motto zum konzeptionellen Begleittext der Ausstellung von Jan-Peter Sonntag *Rauschen*, Kunstverein Stuttgart, Mai 2015

³⁴² Wulf Herzogenrath, Der Fernseher als Objekt. Videokunst und Videoskulptur in vier Jahrzehnten, in: ders. u. a. (Hg.), TV-Kultur. Das Fernsehen in der Kunst seit 1879, Amsterdam / Dresden (Verlag der Kunst) 1997, 110-123 (113)

medienkünstlerischen Entdeckung von Virtualität und Interaktion hat sich ausgelaufen. Wenn Medienkunst ihre jubilatorische Inkubationszeit überdauern will - und das gilt ebenso für die junge *Medienwissenschaft* -, dann gilt es, sie in eine zweite Phase zu überführen. Und dies muß Forschungskunst sein.

Forschungs(medien)kunst erstrebt keine Metaphern über technische Räume, sondern deren physikalisch und technisch buchstäblich "geerdete" Erkundung; eine Ästhetisierung von Erkenntnis als *aisthesis* im aristotelischen Sinne, also ein Wahrnehmbar-Machen von tatsächlichen Signalprozessen. Forschungskunst ist nicht performative Theatralisierung im traditionellen Sinne, sondern operatives Medientheater.

Medienarchäologische Forschungskunst gründet nicht in nebeligen Diskursen, sondern im konkreten Artefakt - wobei das Artefakt ebenso dinglicher wie schwingungsförmiger, nahezu immaterieller Natur sein kann. Denn dies ist das Doppelwesen von hochtechnischen Kulturprodukten, dass sie zugleich Materie (*apparatus*) und doch nur im prozesshaften Vollzug (*operativ*) wirklich Medien sind.

Das Öffnen der Black Box ist (im systematischen Unterschied zur kybernetischen Modellierung von Isomorphismen) ein Grundanliegen der Medienarchäologie für elektronisches wie digitales Gerät - ob nun als Kunst oder wissenschaftlich. Die Erforschung konkreter Mediendinge im Modus der künstlerischen Inszenierung vermag - im Unterschied zur rein wissenschaftlichen Analyse oder technischem *engineering* - in musealen Räumen eine Schnittstelle zum öffentlichen Diskurs herzustellen.

Die buchstäbliche Einsicht in die tatsächlichen Gegebenheiten und Möglichkeitsbedingungen der aktuellen Medienkultur ist umso dringlicher, als in Kunst- und Wissenschaftskreisen gegenwärtig bereits die Epoche des Post-Digitalen ausgerufen wird. Angeblich ist das Hantieren mit Datentechnologien bereits so selbstverständlich geworden, dass nun wieder der Mensch in seinem "analogen" Weltverhältnis, nicht das technische Ding im Zentrum steht.³⁴³

Das lateinische *operare* meint "bewerkstelligen". Der durchzuführende Apparat wird in der grammatischen Form des Gerundivs zugleich ein *apparatus aperiendi* - der zu öffnende Apparat. Dies ruft den genuin medienarchäologischen Gestus auf, der nun seinerseits der Metaphorik zu entgehen sucht - denn keineswegs ist damit etwa die "Ausgrabung" von *dead media* gemeint, sondern eine Wegweisung im prinzipiellen Sinne. Frei nach Martin Heidegger gilt es die *arché*, also etwas Grundsätzliches an Technik zu entbergen: nämlich dass Technologie hochverdichtetes Wissen ist.

343 <http://en.wikipedia.org/wiki/Postdigital>; Abruf: 11. Mai 2015

IMPULSKLÄNGE. *Umwandler* im techno-sonischen Verständnis

Gelegentlich muss sich Medienkunst dem Vorwurf aussetzen, eine tatsächlich gegebene Lage oder Situation mit ästhetischen Mitteln schlicht zu metaphorisieren. Für medienarchäologisch orientierte Forschungskunst gilt dies nicht: Sie deckt die technischen Verhältnisse, mit denen sie sich auseinandersetzt, zunächst einmal auf. Dementsprechend resultieren aus der *site-specific* Klanginstallation *Umwandler* von Nika Schmitt im Großen Wasserspeicher (Berlin, Prenzlauer Berg³⁴⁴) nicht nur nachträgliche Denkipulse, sondern die Ausstellung selbst besteht aus tatsächlichen elektroakustischen Impulsen, genauer: "Anklängen"³⁴⁵. "Umwandlung" meint hier keine mythischen Metamorphosen, sondern einen *terminus technicus* selbst: die Transformation (oder "Transduktion"³⁴⁶) einer physikalischen Signalform in eine andere. Der zentrale Apparat der Installation wandelt mechanische Bewegung zunächst kinetisch in elektromagnetische Strompulse, die ihrerseits dann als Klänge auch das menschliche Ohr erreichen.

Die Installation im Wasserspeicher ist Medienarchäologie "pur", insofern sie einerseits eine Urszene in der Erforschung des Verhältnisses von Elektrizität und Magnetismus vor gut 200 Jahren wachruft: Oersteds zufällige Entdeckung (und dann Faradays systematische Experimentierung) der elektromagnetischen Induktion. Andererseits deckt die Installation in bewusster Reduktion von Komplexität grundlegende Schwingungsstrukturen auf. Die bewußt archaische Weise, mit der Nika Schmitt dem Auditorium ihr Werk vermittelt, ist genuin medienarchäologischer Natur.³⁴⁷ Sie rekuriert auf den Begriff einer "elektrischen" (statt elektronischen) Klanglichkeit.

Das eigentlich sonische Ereignis dieser Klanginstallation ereignet nicht in den eher sekundären Ringen des Wasserspeichers als vernehmbare *Raumakustik*, sondern im Moment der Induktion als elektromechanisches

344 <http://singuhr.de/projekte-2014/2023-2/umwandler>, Dauer der Klanginstallation: 27. Juli bis 13. August 2023

345 Ein Hinweis von Carsten Seiffarth

346 Gilbert Simondon, *Die Existenzweise technischer Objekte* [FO Paris 1958], Zürich (Diaphanes) 2012; siehe auch Paulo De Assis, Gilbert Simondons 'Transduktion' als radikale Immanenz der Performanz, in: *Performance Philosophy*, Jg. 3, Heft 2 (Dezember 2017), 456-471

347 Siehe Jussi Parikka, *What is Media Archaeology?*, Cambridge / Malden, MA (Polity Press) 2012, sowie Garnet Hertz / Jussi Parikka, Appendix: *Zombie Media: Circuit Bending Media Archaeology into an Art Method*, in: Jussi Parikka, *A Geology of Media*, Minneapolis (University of Minnesota Press) 2015, 141-153

Feld. Jeder Stromimpuls durch einen metallischen Leiter induziert ein Magnetfeld um sich herum, ganz wie umgekehrt ein bewegter Magnet - vertraut aus dem klassischen Dynamo zur Lichterzeugung am Fahrrad - in einem solchen Leiter einen Strom bewirkt. Im Wasserspeicher zirkulieren nun wieder Ströme. Der Aufbau und Zusammenbruch des elektrischen und des magnetischen Feldes hinken sich dabei gegenseitig hinterher, in leichten Zeitverschiebungen. Aus diesem Schwingkreis resultieren Oszillationen, welche sich durch schlichte Hinzufügung von Verstärkern zu hörbaren Sinustönen sonifizieren lassen. Doch selbst im Verborgenen, Unhörbaren, sind die elektromagnetischen Schwingungen implizit sonischer Natur.

Zentrale Akteure sind im *Umwandler* die speziell konzipierten Lautsprecher. Sollen darin "nicht irgendwelche unkontrollierten Geräusche produziert werden, sondern Musik"³⁴⁸, müssen die erzeugten Luftdruckschwankungen stets der Stärke des Stroms entsprechen. Gerade diese Harmonik unterläuft Schmitt, indem sie die Friktionen und Kontingenzen im TempoRealen der elektromechanischen Kopplungen geradezu evoziert. Die im- und expliziten Klänge im *Umwandler* werden von der Künstlerin nicht kompositorisch - also symbolisch - zu "Musik" geordnet, sondern ihren materiellen und energetischen Selbstartikulationen im physikalisch Realen überlassen. Ungeachtet der menschlichen Wahrnehmbarkeit ereignet sich dieser Techno/ógos auch ohne gespitzte Ohren.³⁴⁹

Sonik als technisch angeeigneter Klang ist ausdrücklich nicht auf jene akustischen Phänomene beschränkt, die Menschengenossen zugänglich ist. Im Sinne Meyer-Epplers sind gerade jene sonischen Impulse interessant, die aus den elektrischen Schaltungen selbst hervorgehen, ohne den Umweg über Akustik respektive Schall zu nehmen - im Unterschied zu Pierre Schaeffers Philosophie des "objet sonore" als vorgefundenem Klang.³⁵⁰ Der Wasserspeicher selbst "erhört" die Schwingungen, auch wenn diese scheinbar schweigen. Der Inhalt solcher Signalereignisse mag akustisch fassbar werden - doch ihre eigentliche Medienbotschaft ist die Zeit.³⁵¹

Der Strom für die Installation vermittelt eines zentralen Generators wird nicht etwa elektrolytisch aus dem Wasserspeichers als Batterie selbst gewonnen (eine medienarchäologische Erinnerung an früheste Stromgewinnung im 19. Jh. als Erdbatterie, aber auch an Joseph Beuys' Multiple "Capri-Batterie" von 1985), sondern aus einer vertrauten Form

348 Peter Schmidhofer, Wie Funktioniert eigentlich ein Lautsprecher?, www.zdnet.de/enterprise/tech/auto/0,39026506,39122872,00.htm, Zugriff 18. Mai 2004

349 Zur "ontology of vibrational force" und "microsonic turbulence" siehe Steve Goodman, *Sonic Warfare. Sound, Affect and the Ecology of Fear*, Cambridge, Mass. (MIT Press) 2010, 81-84

von *électricité trouvé*: einer Autobatterie. Die daraus gespeiste kinetische Skulptur zeitigt nach der Energiewandlung durch einen Dreiphasen-Drehstrommotor und der Interaktion von Drehkreis- und Lautsprecher magneten kontingente Klang- und Luftstoßereignisse im akustischen Raum.

Schmitts Installation *wandelt* elektrische und magnetische Impulse in Klänge und Lichtzeichen *um*. Die chaotischen Kontingenzen³⁵² und die dissipative "Schwarmintelligenz" dieses nahezu (aber in ihren Kupferdrahtleitungen nicht rückgekoppelten) homöostatischen Systems (um hier einen Begriff und eine Apparatur von 1948 aus Ross Ashys kybernetischen Maschinen aufzugreifen - "one of the first devices capable of adapting itself to the environment"³⁵³) gehören - geradezu trotzig - der analogen, nicht der digitalen Welt an: keine A/D-Wandlung, als Übersetzung der physikalischen Architektur des Großen Wasserspeichers in den "rechnenden Raum" des Computers³⁵⁴, sondern vielmehr Wandlungen von Gleich- in Wechselstrom (DC / AC) im zentralen Generator des kinetischen Systems. Und während alle digitale Signalprozessierung der exakten Taktung durch die zentrale Systemuhr im Computer bedarf, zeitigt *Umwandler* geradezu asynchrone Rhythmen und Phasen - verwandt hier der *minimal music* eines Steve Reich. Die Thermodynamik der Installation (als Lehre von der Energieumwandlung zwischen Systemen) ist (elektro-)physikalischer und akustischer, nicht informationstheoretischer Natur. Die Klanginstallation unterliegt von daher der Boltzmann-, nicht der Shannon-Entropie.³⁵⁵

Lautsprecher wandeln im *Umwandler* die sonischen Signale in akustische Volumen. Interessant ist daran im Sinne eines posthumanen Verstehens, dass menschenseitig als Raumklang in den nachhallenden Speicherringen empfunden wird, was aus Sicht des klangfähigen Stroms schlicht *delays* sind. Das "Techno-Desaster" der verebbenden Energien ist ein Desaster nur aus menschlicher Sicht, nicht in der Logik des elektromagnetisch induzierten Klangs selbst. Die technische Installation, obgleich impulsiv erklingend und aufleuchtend, emanzipiert sich autopoietisch vom Raum, in den sie eingebettet ist.

Nika Schmitts Klanginstallation korrespondiert unwillkürlich mit Konzept

350 Siehe Elena Ungeheuer, Wie die elektronische Musik "erfunden" wurde ... Quellenstudie zu Werner Meyer-Epplers Entwurf zwischen 1949 und 1953, Mainz et al. (Schott) 1992

351 W. E., Im Medium erklingt die Zeit. Technologische Tempor(e)alitäten und das Sonische als ihre privilegierte Erkenntnisform, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2015

352 Siehe I. Prigogine, Paul Glansdorff: Thermodynamic Theory of Structure, Stability and Fluctuations, Hoboken, New Jersey (John Wiley & Sons) 1971

353 <https://en.wikipedia.org/wiki/Homeostat>, Zugriff 4. August 2023

354 Konrad Zuse, Rechnender Raum, Braunschweig (Vieweg) 1969

355 Zu dieser Unterscheidung siehe Horst Völz, Das ist Information, Aachen (Shaker) 2017, 83-85

und Titel von Karlheinz Stockhausen's Komposition *Kontakte* (1958-60), die sich sowohl auf das Zusammenspiel von instrumentalen Klangkörpern mit elektronischen Klangerzeugern bezieht, wie auch auf die kinetischen Effekte auf die Raumakustik in der Mehrkanal-Version. Ein von vier Mikrofonen umgebener Lautsprecher auf einem "Rotationstisch" übertrug die damit in Phasen variierenden Klänge auf die das Auditorium umgebenden, viereckig angeordneten Außenlautsprecher.³⁵⁶ Auch in Schmitts im- und explizit sonischem System ist es ein rotierender Generator, der - ähnlich einer Turbine im Wasserkraftwerk - durch motorisierte Magnete und Lautsprecher erzeugte kinetische Energie in Strom respektive Klang wandelt. Die rotierende Scheibe dient nicht als kinetische Skulptur der ästhetischen Erbauung, sondern ist hier die buchstäbliche *Bedingung* für den elektromagnetischen Effekt als solchem. Jede Bewegung - als kontinuierlicher, oder rhythmisierter Tanz (altgriechisch *mousiké*) ist unabdingbar verkörpert, um in die Welt - d. h. in die Zeit - zu kommen. Im Großen Wasserspeicher ist daher die eigentliche Botschaft des Klangs nicht die Akustik, sondern die Transformation von Bewegung in elektrische und mechanische Energie. Ein Kernelement elektrodynamischer Lautsprecher, nämlich der von einer Spule umgebene Eisenkern des Elektromagneten, wird durch die Kupferkabelstränge entlang der ringförmigen Gänge des Speicherbaus nicht schlicht zur Metapher ("im Prinzip eine Spulenform aus Stein!"³⁵⁷), sondern selbst zur interaktiven Makrospule. Dabei fungieren die Kupferleitungen in den Raumringen des Wasserspeichers zugleich als Antennen, welche die 50 Hz-Wechselströme aus der Infrastruktur des Denkmals empfangen und als "Netzbrumm" akustisch an die eingekoppelten Lautsprecher weitergeben - eine weitere Schichtung der vielfältigen Umwandlungen. So wird der Raumkörper nicht schlicht akustisch von der Künstlerin bespielt, sondern selbst zum Mitspieler. Neben dem künstlerischen Energiezentrum zeigt sich gleich am Eingang zum Wasserspeicher ein Konglomerat aus Schalt- und Sicherungskästen für jene Stromleitungen, welche das Denkmal für Licht und Strom durchwirken und unwillkürlich mit der elektroakustischen Installation wechselwirken respektive - im Sinne der "Klang"objekte - buchstäblich *resonieren*.

Eine Medienarchäologie der Akustik erkennt in der rotierenden Scheibe eine Variation des "Tonrad": ein Eisenrad mit vielen Zähnen bzw. Einfräsungen, das sich im Bereich eines Magneten bzw. einer Spule befindet. Das Tonrad ist Generator zur Erzeugung eines niederfrequenten Signals. Für die Hörbarmachung ungedämpfter Schwingungen kam es in den Anfängen der Funktelegraphie zum Einsatz und wurde später als Tonerzeuger in der Hammond-Orgel populär. La Cour entwickelte 1878

356 Siehe Karlheinz Stockhausen, Texte 2: Aufsätze 1952-1962 zur musikalischen Praxis, herausgegeben und mit einem Nachwort versehen von Dieter Schnebel, Köln (DuMont Schauberg) 1964, 105

357 <http://singuhr.de/projekte-2014/2023-2/umwandler>, Abruf 3. August 2023

diese Möglichkeit zu einer Art Synchronmotor. Der synchrone Lauf des "Tonrads" vermittelt "phonoelektrische Ströme"³⁵⁸ wurde später für den Gleichlauf von Sendung und Empfang im elektromechanischen Fernsehen (Nipkow-Scheibe und Spiegelrades) genutzt und verweist schon damit auf die "implizite Sonik" der technischen Bildübertragung.³⁵⁹

"Im *Umwandler* wird der Strom über die Kabel durch die Ringe des Wasserspeichers geleitet. Auf den langen Wegen durch die Architektur aber verliert das System an Spannung. Es entlädt sich selbst, und dieser Prozess ist nicht präzise vorhersagbar. Die Stromimpulse, die durch die Ringe laufen, ändern sich fortwährend, die Resultate von Ladungs- und Entladungsprozessen sind chaotisch. Nika Schmitt aber macht sie hör- und sichtbar [...] über kleine durch die umlaufenden Ströme gespeiste LED-Dioden sowie mit Hilfe von speziellen Lautsprecherobjekten, die an die Schallfrequenzen der einzelnen Ringe angepasst sind und die Nika Schmitt im gesamten Raum installiert: energetische Prozesse werden in klanglichen Prozessen umgewandelt und ein knisternd-sprühendes Klangenvrionment entsteht, das die gesamte Architektur pulsieren lässt."³⁶⁰ Der Klang"raum" ist hier keine bloße Metapher, sondern im Sinne McLuhans ein *acoustic space*.³⁶¹ "Das [Klang-]Räumliche darf hier nicht zeitlich, eher das Zeitliche [klang-]räumlich formuliert werden."³⁶²

Die Kombination von Klang, Elektronik und Kinetik im *Umwandler* ist dennoch keine willkürliche. Ihr zentraler Mechanismus wurde zuvor in einer Experimentalausstellung erprobt (Juli 2023 im Meinblau Projektraum, Berlin) - eine Art medienarchäologisches Signallabor zur Neufassung von Klang als "epistemischem Ding"³⁶³. "Besucher:innen

358 Paul La Cour, *Das Phonische Rad. Seine Theorie und seine Anwendungen in der Wissenschaft, Technik und Telegraphie*, Leipzig (Quandt & Händel) 1880, 3

359 Wolfgang Eckardt, Eintrag "Tonrad - was ist das?", 19. Februar 2006, Webseite "Radiomuseum", https://www.radiomuseum.org/forum/tonrad_was_ist_das.html, Abruf 3. August 2023

360 <http://singuhr.de/projekte-2014/2023-2/umwandler>, Abruf 3. August 2023

361 Edmund Carpenter / Marshall McLuhan, *Acoustic Space*, in: dies. (Hg.), *Explorations in Communication. An Anthology*, Boston (Beacon Press) 1960, 67-69

362 Günther Anders, *Philosophische Untersuchungen über musikalische Situationen* aus den Jahren 1930/31 (nicht eingereichte Habilitationsschrift), nun publiziert in: Günther Anders, *Musikphilosophische Schriften. Texte und Dokumente*, hrsg. v. Reinhard Ellensohn, München (C. H. Beck) 2017, 13-140 (53)

363 Im Sinne von Hans-Jörg Rheinberger, *Experimentalsysteme und epistemische Dinge*, Göttingen (Wallstein) 2001, sowie der Inaugural-Dissertation von Maximilian Haberer: *Tape Matters. Studien zu Ästhetik, Materialität und Klangkonzepten des Tonbandes*, eingereicht an der

konnten hier Testaufbauten, Skizzen und Objekte studieren und die Entwicklung der Arbeit an konkreten Beispielen mitverfolgen."³⁶⁴ Die Werkstattexperimente der Künstlerin waren nicht schlicht Vorgeschichten, sondern sind bleibende Alternativen zur final realisierten Klanginstallation. So überlagern sich im Wasserspeicher nicht die aktuellen Klangmuster mit dem Echo ihrer vorherigen Versuche zu techno-musikalischen Variationen, die "akustemisch"³⁶⁵ über die Ausstellung selbst hinauswesen - zwischen Anklang und Verklängen.

Indem die vom Generator in die Kupferbandleitungen geleiteten Impulse entlang der konzentrischen Ringe im Wasserspeicher gerade nicht rückgekoppelt werden, lässt sich auch das Verebben der Energie vernehmen, gleich sonischer Entropie. Das eigentliche Drama der sich verirrenden Energie aber ereignet sich im Ohmschen Widerstand des materiellen Leitungssystems und in den Lautsprechern als Schallwandlern selbst: die Impedanz - "[i]m Zusammenhang mit Wechselstrom auch Scheinwiderstand genannt"³⁶⁶. Es ist der *Technológos* des Umwandler-Systems selbst, der hier einerseits den Widerstand gegenüber seiner künstlerischen Vereinnahmung artikuliert, zum Anderen aber danach ruft, von Nika Schmitt entborgen zu werden, um für Menschen vernehmbar zu sein.

Zur Zeitform sonischer Signale:

DIE VERSTRICKUNG DER AKUSTIK IN DIE ZEIT. Für eine musikalische Ökonomie mikrozeitlicher Medienprozesse

Takt(ung)

„Zeitlichkeit drang in kleinen Schritten in die Musik ein: Zunächst offenbarte sie sich in den Längen und Kürzen [...]“³⁶⁷ - gleich einem Morsecode (doch ohne Leerzeichen). Das späte 18. und 19. Jahrhundert entwickeln akustische Telegraphen-Codes. Johann Bernoulli veröffentlicht in seinen *Reisebeschreibungen* 1872 den Vorschlag eines Anonymus, fünf Schallquellen unterschiedlicher Tonhöhe zur Sendung eines Telegraphencodes für ein Alphabet aus 14 Buchstaben zu verwenden; der

Philosophischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2023

³⁶⁴ <http://singuhr.de/projekte-2014/2023-2/umwandler>, Abruf 3. August 2023

³⁶⁵ Steven Feld, *Acoustic Stratigraphies*. Recent Work in Urban Phonography, in: *Sensate Journal*, Heft 1 (2011), <https://sensatejournal.com/steven-feld-acoustic-stratigraphies>, Abruf 3. August 2023

³⁶⁶ Eintrag "Impedanz – Wie Verstärker und Lautsprecher zusammenarbeiten". Letzte Aktualisierung: 14. März 2023, <https://blog.teufel.de/impedanz-wie-verstaerker-und-lautsprecher-zusammenarbeiten>, Abruf 10. August 2023

³⁶⁷ Grete Wehmeyer, *Prestissimo*. Die Wiederentdeckung der Langsamkeit in der Musik, Reinbek b. Hamburg (Rowohlt) 1993, 22

ungarische Komponist Chudy in Preßburg entwickelt einen akustischen Telegraphen, der sich eines fünfstelligen Binär-Codes für das vollständige Alphabet bedient.³⁶⁸

Die Fixierung vom Längen und Kürzen im Schriftbild vollzog sich in der Mensuralnotation im 13. Jh.; es folgte der Versuch, für eine Note ihren absoluten Wert in Sekunden festzulegen. Mit Johann Nepomuk Maelzels Metronom von 1814 wird die Tempobestimmung bezogen auf die Sekunden der Uhr. Bei der Periodizität von Schwingungsvorgängen, generell also der Zeitlichkeit des Schalls, handelt es sich nicht um punktuelle, sondern prozessuale Signalfolgen. Unterlaufen (im Sinne der Leibniz'schen *petites perceptions*) wird die Wahrnehmung von Takt durch die digitale Abtastzeit; $1/T = fT$ (Taktfrequenz): ein analytischer, nicht mehr darstellender Takt, im Gleichklang mit der Taktung von Prozessoren in Computern selbst.

Das von Neumannsche Rechner-Konzept mit seinem Prinzip strikter Sequentialität in der Datenabarbeitung (Prozessierung) "inauguriert einen Paradigmen-Wechsel im Zeitbegriff. Es beschreibt eine komplexe Maschine, deren Ausführungszeiten idealiter gegen Null tendieren"³⁶⁹, als maximale Minimierung von *latency*. Echtzeit ist jene Tempor(e)alität, welche der menschlichen Wahrnehmung zumeist entgeht: "Es gäbe überhaupt kein Fernsehbild zu sehen, wenn die Augen im Fünfundzwanzigstelsekundentakt auch noch einzelne Bildzeilen und Pixel unterscheiden könnten. Es gäbe auf CD-Platten gar keine Musik zu hören, wenn die Ohren bei einer Abtastfrequenz von 43 Kilohertz lauter diskrete Amplitudenwerte wahrnehmen würden.. [...] Jedes Interface unterläuft Wahrnehmungsschwellen und trägt seinen Namen Interface aus purem Spott."³⁷⁰

Akustische Interfaces gilt es gegenüber der kulturtechnisch herkömmlichen Suprematie der visuellen Information (beginnend mit lesbaren Buchstaben) zu kultivieren - weil sie durch direkte Audifikation oder indirekte Sonifikation von Datenverarbeitung das Zeitverhalten der Maschine wie des Internets treffender zu fassen vermögen.

[Die Ringvorlesung "*Klangkonzepte*" (Universität Bonn, Institut für Sprach-, Medien- und Musikwissenschaft, WS 2019 / SS 2020) wurde in Videoform dokumentiert - warum nicht strikt auditiv, zugunsten der

368 Dazu Volker Aschoff, Aus der Geschichte der Telegraphen-Codes, in: Rheinisch-Westfälische Akademie der Wissenschaften, Natur-, Ingenieurs- und Wirtschaftswissenschaften, Vorträge N 297, Opladen (Westdt. Verlag) 1981, xxx

369 Wolfgang Hagen, Computerpolitik, in: Norbert Bolz / Friedrich Kittler / Georg Christoph Tholen (Hg.), Computer als Medium, München (Fink) 1994, 139-[mindestens 157] (143)

370 Friedrich A. Kittler, Gleichschaltungen. Über Normen und Standards der elektronischen Kommunikation, in: Manfred Faßler / Wulf Halbach (Hg.), Geschichte der Medien, München (Fink) 1998, 255-267 (255 f.)

Stärkung von Hörwissen und des Akustemischen?]

Johann Sebastian Bach fokussiert das Klavierspielen auf die Kunst, die richtigen Tasten zur richtigen Zeit herunterzudrücken; in diskreten Systemen werden Zeitpunkte zum entscheidenden Kriterium. Seit der aufzeichnungstechnischen Epochenschwelle des Phonographen und des Kinematographen aber „gibt es Speicher, die akustische und optische Daten in ihrem Zeitfluß selber festhalten und wiedergeben können.“³⁷¹

Der Begriff *rhythmos* bezeichnet zunächst ein formales Prinzip, nicht ausschließlich bezogen auf akustische Ereignisse: Er ordnet Bewegung von Schritten (militärisch), Gesten, Silben (in der Prosodie), Tönen. So meint die altgriechische *musiké* weit mehr als nur das Klangereignis. Platon und Aristoteles bringen Rhythmus und Zahl, also *rhythmós* und *arithmós*, zusammen. Im Frequenzbegriff liegt die diskrete Zeitmessung von Musik schon angelegt.

"Sinuston nennt man den Schall, der durch eine einfache periodische Schwingung bestimmter Frequenz entsteht. [...] Dadurch wird er aber zum kleinsten akustischen Element; alle übrigen periodischen Schwingungen - also alle in der musikalischen Praxis vorkommenden 'Töne' [...] sind aus einzelnen Sinusschwingungen zusammengesetzt und lassen sich mathematisch wieder in sie zerlegen (Fourier-Analyse)."³⁷²

Im Unterschied zu alphabetischen *stoicheia* / *elementa* herrscht eine unvordenkliche Bindung von Schall als physikalischem Ereignis an den arithmetischen Takt der Zeit: "Denn die Frequenz, die beim Sinuston die Tonhöhe bestimmt, ist ja nichts anderes als die Zahl der Schwingungen pro Sekunde. Demnach ist die Frequenz, die als Tonhöhe wahrgenommen wird, eine Funktion der Zeit <..<>. Dies bedeutet, daß Tonhöhen und Tondauern zwei Erscheinungsformen der musikalisch geordneten Zeit sind" <Dibelius 1998: 368>.

Der Sinuston wurde als "akusmemisches Objekt" erst ent-deckt im Umgang mit elektronischen Ton-Generatoren zum Zweck der musikalischen Komposition - in genuiner Archäologie von Seiten des technischen Mediums selbst.

Zeit/messung

Hinderk Emrich schlug auf der Tagung *On Time* am Einstein-Forum in Potsdam vor, den emphatischen Zeitbegriff durch den präziseren Begriff der Frequenzen, der Oszillation zu ersetzen. Als Frequenzen sind

371 Friedrich Kittler, *Grammophon Film Typewriter*, Berlin (Brinkmann & Bose) 1986, 5

372 Dibelius 1998: 367 f.

Schwingungen zählbar und damit passend für den Computer, der getaktet ist. *Computable* meint zählbar; die Zahl wird damit nicht nur symbolisch operativ, sondern verschärft zeitkritisch. Über das Akustische entfaltet sich diese Zeitlichkeit. Aus Sicht der Physik aber gibt es nicht "die Zeit", sondern lediglich "clock readings"³⁷³.

Seit dem 15. Jahrhundert verschmelzen horologisches Gerät und Musikautomaten. Die bei Zeitmessern und automatisierten musikalischen Mechanismen gleichermaßen verwendete Technik stützte sich auf dieselbe Art von Zahnradgetriebe, Wasser oder Luft als Energiequellen sowie Luftbremsen zur Hemmung oder Regulierung der Bewegung der Räder. Am deutlichsten wird dies bei der Schlaguhr, die die Zeit durch eine Glocke oder einen Gong akustisch anzeigt, wobei mit Gewichten bewehrte Mechanismen dafür sorgen, daß die jeweilige Uhrzeit mit unterschiedlichen Schlägen signalisiert wird.³⁷⁴

Echtzeit und Intervall im (akustikver)rechnenden Raum

Technisch generierte Musik bedient sich einer in Echtzeit verrechenbaren Mathematik; daraus resultiert ein Gefüge aus technischen Möglichkeiten und den zeitkritischen Bedingungen des tatsächlich Erklingenden, die algorithmisch modellierbar werden.

Waren Zeitsignale mit Analogmedien in Grenzen manipulierbar, kommt es zur freien Zeitachsenmanipulation erst im digitalen Raum. Sampler, Synthesizer und Drummachines verfügen je nach Komplexität über ihre eigenen, internen Zeiteinheiten: Arpeggiator, interner Sequencer mit Loopfunktion, Timestretching. "Die dominante lineare Zeitleiste, nämlich die des Master-Sequencers, kann damit unterwandert werden"³⁷⁵

Darin liegt die Herausforderung an den klassischen Begriff zeitbasierter Akustik: Sampling, also die Umwandlung von Schall in ein digitales Datenformat, besteht - im Unterschied zu bisheriger Schallaufzeichnung (Schallplattenumdrehung, Tonbandgeschwindigkeit) "in der völligen Unabhängigkeit von der Zeitachse"³⁷⁶. Digitalisierung mißt ein analog eingefangenes Signal (eine Sinuskurve etwa) in einem bestimmten

373 Jürgen Ehlers, Concepts of Time in Physical Theories. Insights obtained and open questions, Vortrag auf der Konferenz *On time*, 22.-24. Mai 2003, Einstein Forum Potsdam

374 Allen Feldman, Der menschliche Touch. Zu einer historischen Anthropologie und Traumanalyse von selbsttätigen Instrumenten, in: Gabriele Brandstetter (Hg.), *Stress. ReMembering the Body*, Ostfildern-Ruit (Hantje) 2000, 224-259 (230)

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

376 Peter Kiefer, Die Handhabbarmachung von Musik, in: *LAB xxx*, 182-192 (183)

Zeitintervall - zum (kartesischen) Raum wird hier die Zeit. "Wenn die Daten einmal abgespeichert sind liegen sie in Form von Zahlenketten vor. In diesem Zustand haben sie keinen festen Zeitbezug mehr."³⁷⁷

Digitale Klangaufzeichnung erlaubt Zeitachsenmanipulation "in Quasi-Echtzeit" (Kluge). Töne eines Gitarre-Anspiels, digital interpretiert, münden in Zeithüllenanalyse. Der Mikrorechner kann akustische Ereignisse vermessen und als Zahlenfolge ausdrucken. Er gestattet die digitale Aufzeichnung und Speicherung akustischer Repräsentationen. "Der Computer kann instruiert werden, bestimmte Teile des Signals für das Hören zu repräsentieren; möglich ist auch eine Streckung der Zeitachse."³⁷⁸

Klang ist als Informationsstrom in der Zeit nicht nur hör-, sondern auch rechenbar. Abtastwerte lösen ein akustisches Ereignis in ein "Zeitsignal" $s(t)$ auf.³⁷⁹

Akustik, Zeit und Medium (Kanal)

Die Klangfiguren von Ernst Florens Friedrich Chladni (publiziert als *Theorie des Klangs* 1787) erlaubten eine Visualisierung musikalischer Theorie und Phonographie *avant la lettre*³⁸⁰ - eine Bildwerdung des Tons³⁸¹. Bill Viola definiert das elektronische Bild als „Klang der Einzeilen-Abtastung“. Gilt äquivalent zu Deleuzes Begriff vom *Zeit-Bild*: vom Bewegungston zum Zeit-Ton?

Die technomathematische Nachrichtentheorie Shannons legt es nahe, den Begriff des Mediums vom Kanal her zu denken. Die mathematische Theorie der Information geht nicht von Text und Interpretation, sondern von einer *signal-to-noise-ratio* aller Kommunikationsakte aus. In der Tat ist Akustik ein radikal zeitkritisches Ereignis im medialen Kanal. Jeder Kanal impliziert Rauschen, also neben periodischen auch aperiodische Schwingungen. Noch einmal Viola: Das Verrauschen ist eine spezifische Qualität des implizit sonischen Videobilds - und zwar nicht als Ausnahmezustand, sondern als Regel.

"Musikalisch gesprochen, ist die physische Erscheinung einer Sendung eine Art von Gesumme. Das Videobild wiederholt sich ständig selbst

³⁷⁷ Kiefer xxx: 191

³⁷⁸ Rainer Kluge 1987: 218

³⁷⁹ Siehe Stephan Schneider, *Entwicklung und Analyse eines fraktalen Kodiervorgangs für Sprachsignale*, Berlin (Köster) 2001, 147 (Abb. 8-1)

³⁸⁰ Ernst Florens Friedrich Chladni, *Entdeckungen über die Theorie des Klanges*, Leipzig (Weidmann & Reich) 1787

³⁸¹ Siegfried Zielinski, *Archäologie der Medien. Zur Tiefenzeit des technischen Hörens und Sehens*, Reinbek . Hamburg (Rowohlt) 2002, 207

ununterbrochen im gleichen Frequenzbereich."³⁸²

Nun kommt Stochastik, kommen Markov-Ketten ins Spiel: "Der Sinn von Musik entsteht, wenn eine vorhergehende Situation (hervorgegangen aus einer Tonfolge) vom Zuhörer eine Vermutung über die wahrscheinlichen Entwicklungen der folgenden Struktur verlangt", zeitlich und tonal.³⁸³ "Diese statistische Regelmäßigkeiten nennt man nun *Stil*."³⁸⁴ Doch was, wenn die Differenz zwischen Gestalt und Grund, Signal und Geräusch verwischt wird, wenn also Klangsequenzen "nichts mitteilen", sondern "reine Felder von Zeitlichkeit"³⁸⁵ bilden?

Zeit, Medium und Verzögerung

Aristoteles ist eindeutig: An der Zeitverzögerung akustischer eingesetzt spricht das Medium (*to metaxy*) als zeitlicher Kanal. Schallübertragung verbraucht Zeit; Licht hingegen überträgt sich nahezu instantan. Das aristotelische *to metaxy*, in der mittelalterlichen Scholastik *medium* übersetzt, manifestiert sich in seiner temporalen Widerständigkeit - „daß ein Prozeß nicht instantan geschieht, sondern Zeit braucht“³⁸⁶. Zeit selbst zeigt sich als Medium, und die Translation in einem Leeren (Demokrit) kann nur unter Negation der Zeit geschehen.

Zeit als akustische Verzögerung wurde zum katechontischen (Zwischen)Speicher in der Ultraschall-Quecksilber-Verzögerungslinie. Zum Speichern von Impulsfolgen ("Wort") werden Ultraschall-Verzögerungslinien verwandt, da der Schall eine relativ geringe Geschwindigkeit hat. Im Umlaufspeicher wird der Impuls ständig regeneriert (*refresh*) und dabei vom Impulzzählwerk vermerkt und fixiert: Die Ausbreitungsdauer der Schallwellen im Quecksilber ist dabei die Verzögerungszeit.³⁸⁷ Zeit kann selbst als technischer Kanal modelliert werden.

Techno-musikalische Prozessierung

Der digitale Sound-Sampler bedeutete nicht das Ende der Musik, sondern die Abschaffung ihrer historischen Chronologie. "Die ganze Musikgeschichte steckt in meinem Sampler, und sie lässt sich jederzeit

382 Viola 1993: 26

383 Leonard B. Meyer, *Music, the Arts, and Ideas*, Univ. of Chicago Press 1967, 11

384 Charles 1984: 102

385 Charles 1984: 119

386 Kommentar zu 102,7-11, in: Aristoteles, *Physikvorlesung*, übers. v. Hans Wagner, Berlin (Akademie) 1967, 560

387 I. A. Poletajew, *Kybernetik. Kurze Einführung in eine neue Wissenschaft*, hg. v. Georg Klaus, Berlin (Dt. Verlag d. Wiss.) 1962, 195

und gleichzeitig abrufen."³⁸⁸ Statt Untersuchungen von Akustik und Musik in der emphatischen, also: historischen Zeit nun also die 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. Musik selbst wird - in Isomorphie zu Turings Algorithmusbegriff - Maschine. In Verkehrung des metrischen Ablaufs, also von Komposition in der Zeit, setzt die serielle Musik auf mathematischen Formalität.

Sonisch bestimmte Prozesse *zeitigen* Klangergebnisse. Im Akustischen von Techno-Musik erlaubt das Sampling die digitale Bearbeitung, das heißt eine Intervallisierung, durch *timestretching* und *timecompression*. Noch radikaler ist Noise-Musik, "die Erfahrung einer *nicht pulsierenden Zeit*". "[S]tattdessen werden wir in das unpersönliche, asubjektive Leben des Klangs hineingezogen."³⁸⁹ So definiert Steve Reich die Zeiterfahrung von *minimal music*, die zugleich die Zeit zyklisch getakteter Rechenmedien ist: "Die Hingabe an den musikalischen Prozeß ermöglicht eine Lenkung der Aufmerksamkeit weg vom Er, Sie, Du und Ich hinaus zum Es"³⁹⁰ - hin zum Realen zeitbasierter Prozesse.

Die Analyse zeitkritischer Prozesse: Musik & Medien

Techniknahe medienwissenschaftliche Analyse widmet sich nicht nur zeitbasierten, sondern vor allem zeitkritischen Medien. Damit wird einerseits der Tatsache Rechnung getragen, daß die Medientechnologien der Neuzeit wesentlich zeitbasiert, *time-based* Medien sind und sich handelnd in der Zeit entfalten. So gilt der Film dezidiert als *time-based* Medium. Demgegenüber emergierte eine Zuspitzung auf zeitkritische Medienprozesse, und dies nicht als Behauptung oder Obsession, sondern der Lage Rechnung tragend, daß in der allerneuesten Medienkultur aller kleinste Zeitmomente über das Zustandekommen der Medienprozesse selbst entscheidet. Claus Pias hat dies anhand seiner Genealogie der *Computer-Spiel-Welten* nachgewiesen; im Signallabor werden Programmierungsumgebungen wie SuperCollider, also die Option des Live-Coding, als ausdrücklich zeitkritische Operationen erforscht.

Gegenüber der Kultursemiotik ist ein genuin zeitkritischer Signalbegriff,

388 Rambow xxx: 184

389 Christoph Cox, Wie wird Musik zu einem organlosen Körper? Gilles Deleuze und die experimentelle Elektronik, in: Marcus S. Kleiner / Achim Szepanski (Hg.). Soundcultures. Über elektronische und digitale Musik, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 2003, 162- 193 (182)

390 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; Original: Music as a Gradual Process, in ders., Writings about Musik, Halifax u. New York, 1974), und die Komponistenbiographie 373 f.

durch medientheoretische Analyse und medienarchäologische Apparate verschärft zutage getreten. Seit Hermann von Helmholtz' Studien und Apparaturen wird überdeutlich, wie sehr Medienwissenschaft nicht allein mit Massenmedien, sondern mit Meß- und Rechenmedien befaßt ist, die Erkenntnisse im zeitkritischen Bereich von Mensch und Maschine erst ermöglichen.

Es herrscht von daher eine privilegierte Nähe der Medien- zur Musikwissenschaft, denn hochtechnische Medien praktizieren - gleich musikalischen Kompositionen (Programmierung) und Aufführungen (deren tatsächliche Implementierung) - Signalverarbeitung in Bezug auf den Parameter Zeit (t). Die Rhythmen und Harmonik dieser Zeitlichkeit bilden einen gemeinsamen Nenner in ihrer technomathematischen Analyse.

Die technische Operativität in zeitkritischen Momenten manifestiert sich nicht allein in der visuellen Darstellung (Film, Fernsehen, optische Interfaces), sondern zugespitzt in akustischer Signalprozessierung, bis hin zur Sonifikation als Form akustischen Wissens. Aus der Perspektive der Medientheorien geht es dabei nicht primär um hörbaren Klang oder musikalische Ästhetik, sondern um implizit klangliche Prozesse als *Modellfall* medientechnischer Signal- und Datenprozessierung, die sich in allen möglichen Feldern (im elektromagnetischen Feld, im Videobild, bis hin zur Datenkomprimierung) abspielen.

Der Phonograph als Zeitagent (Richard Wagner antwortet)

Der Übergang von Gegenwart zu Vergangenheit läßt sich durch eine sanfte Lautverschiebung zweier Vokale beantworten. In Richard Wagners *Götterdämmerung* kommentiert der Chor aus dem *off* den Moment in Akt 3, Szene 2, als Hagen sich anschickt, den ahnungslosen Siegfried inmitten des Naturidylls mit dem Speer auf seine einzig verwundbare Stelle am Schulterblatt zu treffen: "Hagen, was tust Du?" Dann Stille, in der nicht hörbar, aber als Handlung Hagen den tödlichen Stoß gegen den jungen Helden ausgeführt hat. Darauf erneut der Chor aus dem *off*: "Was tatest Du?" Aus der Sicht des *recording medium* ist die eine lautliche Artikulation ebenso zeitinvariant wie die andere, reduziert auf den schlichten Unterschied von "u" zu "a", der an sich noch keine Zeit beinhaltet. Allein kognitiv - also sprachlich, grammatisch - ist damit der Unterschied zwischen Präsens und Präteritum, Gegenwart und Vergangenheit gesagt - ein zunächst untechnischer Vorgang, der aber durch die zeitliche Sukzession der Rille in der Plattendrehung, also durch das Zeitvergehen, aus dem räumlichen Intervall eine zeitliche Pause, ein Dazwischen, einen Medienvorgang im Zeitkanal vollzieht. "Die Lichtung ist das Zwischen und Inzwischen" (Heidegger) - die von Norbert Wiener definierte "time of non-reality" zwischen den binären Zuständen kreuzverschalteter Elektronenröhren (Flipflop).

Der Plattenspieler ist nicht nur in der Zeit, sondern selbst ein kontrollierter Zeitagent. "Tust Du" und "tatest Du" sind auf dem Tonträger zunächst (im Sinne Lessings 1766) nur nebeneinanderliegende Eingravierungen, Wellenformen in Vinyl, haben also im reinen Speichermedienzustand nur die Form einer räumlichen Nebeneinanderordnung. Erst durch das Medium *im Vollzug* (womit die Speichermaterie recht eigentlich erst zum Medium im wohldefinierten Sinne wird) verwandelt sich qua Winkeldrehung (das Kreisen der Schallplatte) dieses räumliche Nebeneinander in einzeitliches Nacheinander. Um hier noch einmal Lessing zu bemühen: Aus dem *Speicherbild* (Koexistenz von Teilen im Raum) wird quasi *Medienpoesie* (Sukzession). Konkret heißt das:

"Hagen, was tust Du"? Pause. "Was tatest Du?" Hier ist nichts Anderes als schiere Medienzeit Zeit vergangen, die Zeit der Platten- oder CD-Drehung, ein Intervall, ein vorher/nachher im Sinner der aristotelischen Zeitdefinition, ein schlichtes *zählen*, das unvordenklich als Sukzession stattfinden muß. An die Stelle einer emphatischen Differenz von Gegenwart und Vergangenheit tritt die schlichte Folge zweier Momente (die prinzipiell ein beliebiger Ausschnitt in einer unendlichen Linie sind, gleich reellen Zahlen auf der Zahlengerade). Der Unterschied von Gegenwart und Vergangenheit gründet hier nicht in einer ontologisch gegebenen Zeit, sondern in einer (medien)operativen.

Eine leichte Lautverschiebung vom "u" zum "a" und der Einschub des "t" (als sei der physikalische Parameter "Zeitachse" t gemeint) indiziert hier, im realen Vergehen eines kurzen Zeitintervalls, den Unterschied zwischen Gegenwart und Vergangenheit. Beides aber ist gleich aufgehoben im Speichermedium, wenn es von Schallplatte oder Tonband gespielt wird.

Durch pures Zeitvergehen, korrespondierend mit der Rotation des Speichermediums Platte (Rille, "Spur"), wird so aus Gegenwart Vergangenheit - eine differentiale Verschränkung von Zeit als abzählbarem Maß von Bewegung (Aristoteles).

Das Phänomen ist als raumakustische Laufzeitverzögerung des Schalls vertraut (Echo) und führte bei Aristoteles zur Entdeckung und Substantivierung eines ersten Medienbegriffs: der Widerstand des Übertragungskanal als *to metaxy* ("das Dazwischen", lat.: *medium*). Tatsächlich wird das Ohr eines Hörers im geschlossenen Raum nicht nur von direkten Schallwellen, sondern auch von deren Reflexionen getroffen, die der Langsamkeit der Schallwellenausbreitung in Luft langsamer eintreffen. "Spricht z. B. ein Redner gerade die Worte 'es war', so kann der zurückgeworfene Schall der Silbe 'es' bei kurzem Umweg noch mit dem direkten Schall dieser Silbe zusammentreffen und schallverstärkend wirken; ist der Umweg aber groß, so wird der zurückgeworfene Schall der

Selbe 'es' erst dann beim Hörer eintreffen, wenn er schon die zweite Silbe 'war' auf direktem Weg hört, so daß durch einen solchen N a c h h a l l eine sötrende und dei Silben verwischende Übereinanderlagerung zustande kommt. Ähnliches gilt für Musik."³⁹¹

Die Signallaufzeit erzeugt hier ein tatsächliches Imperfekt - vom Vergehen zur Vergangenheit, von (frz.) *passer* zu *passé*.

Zeitkritik, akustisch gewendet

Das Verhältnis der Musik- zur Medientheorie ist nicht länger buchstäblich anachronistisch, wenn sie von Hermann von Helmholtz' (meß-)technischem Gehör für zeitkritische Medienprozesse ausgehend einen Begriff des zeitkritischen Gehörs entwickelt.³⁹² Temporale, mithin implizit sonische Momente entscheiden hier über das Gelingen des tonalen oder gar musikalischen Ereignisses überhaupt.

Zur Titelgebung von Karlheinz Stockhausens Komposition *Zeitmasze* (1955/56) betont sein Begleittext (original 1956), daß sich die Zeitordnung verschiedener *Maße* bedient; schon klassische musikalische Anweisungen lauten "verlangsamen" oder „beschleunigen". In diesem Fall ist die Instrumentierung selbst buchstäblich maßgeblich für die Zeitordnung: Entweder spielen alle im gleichen Maß der vorgeschriebenen Uhrzeit gegenüber synchron, oder alle 5 fahren in verschiedenen und voneinander unabhängigen Zeitschichten auseinander und durch/einander. „Zeitfelder größerer Ausdehnung“, so Stockhausen ausdrücklich, „kommen in die Komposition: Strukturen bewegen sich zwischen streng gerichteten Zeitlinien [...] und richtungslosen Zeitfeldern, in denen verschieden große Massen von Tönen zu vibrierenden Klangpulks pulverisiert werden"; damit kommen dynamische und statische Zeitformen ins Spiel. Die Epistemologie des elektromagnetischen Feldes greift über auf die Zeitästhetik von Musik, wird hörbar, gar komponierbar. Sonik ist der Begriff für genuin elektronisch generierte Klangereignisse.

Digitale Signalverarbeitung unterläuft die mechanische Welt des Akustischen; mit der *zeitlich* diskreten Rasterung von Einzelwerten eines Abtastvorganges im Binären "wird aus *Klang* nach der Analog-Digital-Wandlung *Information*."³⁹³ Sind medienakustische Prozesse zeitgegeben oder zeitgebend? Physical Modeling unterläuft den Schwingungszentrismus von Akustik: "Physical Modeling besteht im Kern aus einem Modell der Dekonstruktion von Zeit, indem den *Quanten*

391 Scheminski 2. Aufl. 1943, 265

392 Thematisiert in: Martin Carlé, Signalmusik MK II. Eine zeitkritische Archäologie des Technosystems QRT, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 20xx. Ferner Axel Volmar (Hg.), Zeitkritische Medienprozesse, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009

393 Harenberg 2003: 78

Gábors vergleich/bare kleinste *Rauschimpulse* in so genannten *Waveguides* kontrolliert so beschleunigt und wie in einem Feedback gleichzeitig rückgekoppelt werden, dass das physikalische Verhalten schwindener Körper, Saiter oder Luftsäulen, inklusive ihrer nichtlinearen Oszillatoren (z. B. Mundstück/Blättchen/Zunge etc. oder Saite/Korpus) erzeugt werden kann. Zeitverhältnisse werden konstituierend für die Virtualisierung von Bewegung, also den virtuellen (Innen-)Raum des Modells und seine (klanglichen) Eigenschaften."³⁹⁴

Frequenz und Schwingung

Frequenzvorgänge bilden die grundlegende Bewegung schon in der biologischen Welt. Ein Specht am Baum klopft 16x/Sek. (akustisch fast schon ein Ton, optisch fast schon ein *movie*); das Ansägen desgleichen Baumes durch Waldarbeiter steht als Hin- und Herbewegung nahe dem Wechselstrom; auch das Hämmern am Amboß geschieht rhythmisch, wie wir es vom eigenen Pulsschlag her kennen. Hilfreich ist hier die Definition von *Puls* als "periodische oder annähernd periodische Folge von gleichgeformten Impulsen"³⁹⁵, sekundenweise gemessen als Impulsfolgefrequenz. Doch in welchem Verhältnis stehen solche quasi-periodischen rhythmischen Bewegungen (Holzhacken, Spaziergang oder Turings Langlauf, und all das, was Gilbreth an Fabrikarbeitern ergonomisch mißt) zu exakt periodischen Vorgängen in der Physik und der getakteten Medienzeit? Sind Frequenzen nur ein idealisiertes, mimetisches Modell oder doch die mathematische Wirklichkeit von Oszillationen in der Natur?

Was sich generell als regelmäßig anhört und anfühlt, ist tatsächlich zumeist nicht exakt, sondern unstetig, wie die Meßkurven zeigen. Solche kleinste Differenzen in Frequenz und Rhythmus werden als Sport (etwa beim Tischtennis) spielkritisch, also spielentscheidend. Es gibt also keine Differenz zwischen einem kybernetischem Spiel und dem realen Tischtennisspiel.

Gleichursprünglich zum anonymen Ursprung der Hemmung im Werk der Räderuhr entdeckt Nicole Oresme in der Spätscholastik die Nahtstelle von Mathematik und Natur in der bewußten Quantifizierung, mithin Digitalisierung sonisch-zeitlicher Vorgänge.³⁹⁶ Rhythmische Prozesse geschehen im Medium und werden berechenbar als Mathematik. Dementsprechend wird von Oresme die gleichmäßig bewegte Räderuhr

394 Harenberg 2003: 90 f.

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

396 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

zum Vergleich herangezogen, eine *time base*. Die neuzeitliche Sensibilität für Schwingungen als unmittelbare Vorgeschichte der medientechnischen Gegenwart kann nicht mehr aus starren geometrischen Verhältnissen, sondern vielmehr aus *chrono-logoi*, der Waaghemmung der spätmittelalterlichen Räderuhr (später Pendel) abgeleitet werden, welche die diskrete Zeit durch periodische Schwingungen ins Werk setzt. Damit wird das Sein der Dinge als Sein zur Zeit, insofern sie (frei nach Aristoteles) abzählbar ist, entborgten. Sein zerfällt in kleinste Perioden und Intervalle, in Δt .

Chronometer setzen eine neue Zeit. Der Phonautograph (Léon-Scott) und die Chronophotographie (Muybridge / Marey) dienten der Analyse (nicht - reproduktion) von Verlautbarungen respektive Bewegungsaufbläufe, deren Frequenz die menschliche Zählfähigkeit unterlaufen; in der Sprache der Elektrotechnik lieferten sie subkognitive *timestamps*.

Sonische Zeit ist auf ihrer medienarchäologischen Ebene vor allem Meßzeit. Das akustische Schwingungsbild zeigt Anderes, als "zum Verständnis der musikalischen Gestalt" notwendig ist, "da dort alles registriert wird, ungeachtet seiner musikalischen Bedeutung"³⁹⁷ - das medienarchäologische Gehör.

Erst feinmechanische Medien der exakten Messung ermöglichten die Forschung von Zeitstrukturen: elektroakustische Verfahren der statistischen oder informationstheoretischen Analyse.³⁹⁸ Die Helmholtz-Sirene hat nichts Mythologisches an sich - sie vollzieht vielmehr die Auflösung der Sirenenklänge in der Zahl. Wenn die gelöcherte Scheibe der Helmholtz-Sirene in Rotation versetzt und Luft durch dieselben gepreßt wird, kann "durch die Zahl der Löcher auf der Scheibe und die Zahl der Umdrehungen/Sek. [...] die Frequenz des erzeugten Sirenenklangs bestimmt werden"³⁹⁹.

In der Musik meint der Begriff der Modulation den Übergang von einer Tonart in eine andere sowie die Abstufung und Regelung der Tonstärken- und Klangfarbenverhältnisse⁴⁰⁰; in der Nachrichtentechnik aber meint er die Veränderung von Signalparametern. "Der Träger ist dabei ein Zeitvorgang" (ebd.) - ein Schwingungs-, Puls- oder Rauschvorgang, im einfachsten Fall eine Sinusschwingung; mithin wird damit Zeit selbst zum Kanalmedium. Niederfrequente Nachrichtensignale wie die menschliche Sprache, Musik, Bilder werden hochfrequenten Schwingungen aufgeprägt (als In-Formation des "Mediums", im Sinne Fritz Heiders), um sie den Eigenschaften eines geeigneten Übertragungsmediums (Funkstrecken, Koaxialkabel) anzupassen oder um mehrere Nachrichten gleichzeitig über

397 Doris Stockmann 1967: 505, zitiert nach: Kluge 1987: 100

398 Dibelius 1998: 374

399 Hall 1997: 35

400 Brockhaus-Enzyklopädie Bd. 14, Mannheim 1991

einen einzigen Nachrichtenweg (multiplex) zu senden.

Werden Algorithmen vom Prozessualen her gedacht, läßt sich die Mathematizität symbolverarbeitender Medien (kulminierend im digitalen Computer) sowie die Verschiebung von diskursiv-tonalen zu physikalisch-sonischen Kulturtechniken am medienarchäologischen Gefüge von Akustik und Mathematik demonstrieren.

Wird in Frequenzanalysen die Zeit zum Raum respektive Bild? Statt *Klangfiguren* (Chladni) handelt es sich bei akustischen Ereignissen um dynamische Schwingungen, also prozessual eher denn bildhaft; die Braunsche Kathodenstrahlröhre macht Ton-Schwingungen dann wiederum dem Auge sichtbar. Chladni versetzte dünne, mit Sand bestreute Scheiben aus Glas oder Metall durch einen Streichbogen gleich einer Violinensaite in Bewegung. Damit *kalkuliert* Klang sich selbst als Sand, dem ältesten Medium mathematischer Kalkulation, bis dieses *computing* in Silizium mikrotechnisch wird - nicht mehr "Klangbilder" also, sondern Klangkalküle. Laut Aristoteles wird eine kontinuierliche Größe nicht gezählt, sondern gemessen. Zählen als *arithmein*, und messen als *metrein*, sind streng unterschieden.

Tischtennis bringt es ins Spiel: zeitkritische Prozesse

Die akustische wie optische Botschaft des Audiovideos *Aufschlag* ist eine Funktion seines Mediums, nämlich: Frequenzen. Was hier inhaltlich als Hin und Her, als Pingpong durchgespielt wird, entspricht dem Rhythmus des Mediums selbst, denn erst der Bildwechsel von 25 *frames* / Sek. läßt hier Bewegung wahrnehmen - als Möglichkeitsbedingung, rhythmische Prozesse überhaupt als Video zeigen zu können, in Realzeit oder mit *slow* bzw. *fast motion*. Chronophotographie, also zeitliche Momentaufnahmen als Medientechnik der Bewegungsaufzeichnung, entstand bekanntlich zunächst zu Meßzwecken des Flatterns von Vögeln und des Galoppierens von Pferden. Doch anders als die kinematische Bewegungssillusion durch Zeitreihen photographischer Einzelbilder setzen sich Töne überhaupt nicht aus punktuellen Momenten, sondern aus Einzelbewegungen, etwa Sinusschwingungen zusammen. Der Unterschied zwischen einer Photographie und einem musikalisch-akustischen Vorgang liegt darin, "daß er kein statischer Vorgang ist, sondern die Zeit als Kenngröße hat"⁴⁰¹; Klang ist nicht wie Kino und Video die Vortäuschung von Bewegung, sondern eine Funktion von Bewegungsimpulsen selbst.

Mit elektroakustischen Medien löst sich Klang von der (sichtbaren) Bewegung; die Bewegung wird vielmehr in der Eskalation zur

401 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)

Computermusik endgültig ins "Algorhythmische" (Miyazaki) verlagert - ein mathematischer Begriff von Bewegung.

Die Entdeckung der Wichtigkeit von Ein- und Ausschwingen eines Sinustons hat der Pingponganschlag mit dem Klaviertastenanschlag gemeinsam, der damit (gleichwie im Radiofunken als "gedämpfte Schwingung") eben nicht schlicht "harmonisch" ist, sondern ein Werden und Vergehen - und damit seine heideggerianische Zeitlichkeit-zum-Tode offenbart.

Der Begriff *Aufschlag* meint recht eigentlich einen Einschwingvorgang und korrespondiert so mit der Gravitation des Klavierspiels. Auf dem Klavier (wie auch auf der Schreibmaschine) vermögen Menschen bis zu 12 Anschläge / Sek. zu vollziehen - die physiologische Grenze der Innervierung der Muskulatur. Die einzelne Lautdauer umfaßt also rund 8 Centisekunden; "der Laut wird in seiner Entwicklung abgebrochen, ehe überhaupt der Einschwingvorgang geendet hat"⁴⁰².

Zwei Tischtennispieler im interaktiven Vollzug bilden ein spezifisches, nahezu geschlossenes ergodisches System. Das Lebesguesche Integral (aufgegriffen von Norbert Wiener) analysiert die Zeit- und Raumverteilungen von Bewegungen und Momenten. Der Tischtennisball selbst wird hier zum ergodischen, definitionsgemäß stochastischen, dem Zufall unterworfenen stationäres Signal, das sowohl aperiodisch als auch wiederkehrend ist.

Zickzack führt zu Pingpong. Gegenüber einem trivialen unidirektionalen Begriff von Kommunikation zwischen Sender und Empfänger kommt es zu einer Aufeinanderfaltung von Wellenbewegungen: Der Tischtennisball wird so geschlagen bzw. angeschnitten, daß das Gegenüber ihn gerade nicht erreichen soll; dessen ganze Absicht aber ist es, den auf ihn zukommenden Ball so zu behandeln und zu deuten, als sei er auf ihn gezielt, und sich dementsprechend so einzurichten (körperlich), daß er pariert und zurückgespielt werden kann. Ein bewußtes Mißlingen von Kommunikation, kombiniert mit einer unterstellten Kommunikationsabsicht aus operativen Gründen - nahe an Norbert Wieners *anti-aircraft prediction*, in deren Kontext er seine Zeitreihenanalyse entwickelte. Krieger- und Spieltheorie fielen um 1940 ineins. In diesem Modell ist die tatsächliche Position des feindlichen Flugzeugs zum Zeitpunkt t die "Botschaft", während Abweichungen in der Verfolgung das "Rauschen" darstellen.⁴⁰³

Der Rechner simuliert solche Prozesse längst in Echtzeit; es handelt sich dabei nicht um eine Animation, sondern um ein physikalisches Modell -

402 Meyer-Eppler 1949 <?>: 34

403 P. R. Masani, Norbert Wiener 1894-1964, Basel / Boston / Berlin (Birkhäuser) 1990, 186

wobei zum Computerspiel nur noch die willkürliche Bewegung des Zielobjekts fehlt, Ping und Pong. Im Computerspiel *Pong*, der kommerziellen Variante der Urszene aller Computerspiele namens *Tennis for Two*, machte ein akustisches Interface den Kollisionsmoment zwischen Schläger und Tennisball sinnfällig.

Was da zwischen Geräuschmeer und Musikinsel brandet, sind Wellen. Sport vom Typ Tennis spielt feine Periodizitäten und rhythmische Pattern, unterstreicht der Textvorspann zu Hoyers Video *Aufschlag*.

Was am Tischtennispiel auf den ersten Blick wie gleichmäßig, also periodische Frequenzen aussehen könnte, entpuppt sich als infinite Serie kleinster Differenzen, als Funktion von Reaktions- und Gegenreaktionszeiten - ein neuroinformatischer Prozeß.

Heinrich von Kleists Schrift *Über das Marionettentheater* enthält die Parabel vom Bär, der im Fechtkampf alle Attacken "Aug' in Auge, als ob er meine Seele darin lesen könnte"⁴⁰⁴ mit seinen Tatzen pariert, weil er die Bewegungen des Gegners anzitiert - die zeitkritische Kybernetik des Feedback. Unwillkürlich denkt Medientheorie dabei an Norbert Wieners Studien über die Vorhersagbarkeiten gegnerischer Flugbewegungen in der Flugabwehr oder das Taumeln eines Betrunknen auf dem Trottoir - bis hin zu einer zeitkritischen (Kriegs-)Spielästhetik, das Computerspiel als Optimierung von Reiz-Reaktion-Geschwindigkeitstest durch Wundt in Leipzig um 1900. So auch beim Tischtennis: "Die präzise Vorausplanung einer Bewegung beim Tennis [...] gelingt nur in einem Zeitraum von bis zu drei Sekunden. [...] Wenn wir miteinander sprechen, dann programmiert unser Gehirn Satzeinheiten von etwa drei Sekunden voraus, die dann mit Wortketten, die zehn bis zwölf Silben umfassen, abgearbeitet werden. Dies gilt [...] unabhängig von der jeweiligen Grammatik. Diese rhythmische Gliederung unserer Sprache findet sich auch wieder in der zeitlichen Struktur von Gedichten. [...] Das Gehirn gibt dem Dichter ohne dessen Wissen eine zeitliche Arbeitsplattform vor, innerhalb derer er eine Aussage verwirklicht."⁴⁰⁵ Dasgleiche Gegenwartsfenster von drei Sekunden findet sich auch in der Musik, wo Motive bevorzugt in einem Zeitfenster von drei Sekunden gebildet werden.

Daß sich solche Prozesse nicht nur literarisch oder intuitiv fassen lassen, sondern vor allem auch mathematisch, ist eine Einsicht, die nicht erst Wieners mathematische Kybernetik, sondern schon Heinrich von Kleist höchstselbst hat. Denn so beschreibt er das Wunder, daß Puppen an Fäden, obgleich mechanisch bewegt, dennoch graziöse Bewegungen ausführen können - eine Art künstlerische Ballistik: "Die Bewegung der

404 Hier Ausgabe Jena (Lichtenstein) 1920, 15

405 Ernst Pöppel, Drei Welten des Wissens, in: Weltwissen / Wissenswelt, hg. v. Christa Maar, Hans Ulrich Obrist u. Ernst Pöppel, Köln (DuMont) 2000, 33

Finger (digital, buchstäblich) des Puppenspielers, des "Maschinisten", verhalten sich "zur Bewegung der daran befestigten Puppen ziemlich künstlich, etwa wie Zahlen zu ihre Logarithmen oder die Asymptote zur Hyperbel."

Und so wird Grazie (computer)rechenbar, ebensol, wie Tischtennis computer(be)spielbar wird. Am Faden sind die Puppen "antigrav" (Kleist) - Cyberspace *in nuce*. Kleists Schrift, wenn sie nicht nur mit philologischen, sondern mit anderen, medienarchäologischen Augen gelesen wird, sieht es schwarz auf weiß, wie Kleist vor allem ballistische Kurven, analytische Geometrie und Mathematik schreibt - den "Tanz" als Algor(h)ythmen.

Und doch tut sich gerade in der Computermodellierung solcher non-linearen Prozesse die Kluft zwischen Welt und Rechner auf - etwa beim Versuch, das Zusammentreffen von Kugeln beim Billiardspiel mit der sogenannten Monte-Carlo-Methode zu simulieren.

Hatte Wiener einst seine Kybernetik aus den Feuerleitsystemen des Zweiten Weltkriegs entwickelt, implementierte die Nachkriegsgeneration auf den ersten Terminals von Großrechnern (zunächst noch Radarbildschirme) ein Reaktionsspiel namens *Tennis for Two*. Nur daß der Gegenspieler hier kein Mensch mehr, sondern der Computer selbst ist.⁴⁰⁶

1958 tanzte erstmals ein weißer Lichtpunkt über den Bildschirm eines Oszilloskops. Per Knopfdruck konnten der Elektrotechniker William A. Higinbotham (im Weltkrieg am MIT Radiation Lab tätig) und sein Mitarbeiter David Potter den "Ball" dirigieren⁴⁰⁷, wobei die Rechenoperationen selbst in einer *black box* verborgen waren. Beide erschufen auf einem 5-inch-Oszilloskop ein Tennisspiel mit reduziertesten computergraphischen Bausteinen. Der Atari-Gründer Nolan Bushnell griff diese Idee später auf und führte das Computerspiel 1972 unter dem Namen "Pong" kommerziell ein; aber Achtung: Der Pong-Automat basierte nicht auf einem Mikroprozessor mit einem Programm, sondern auf einem festverdrahteten, teils digitalen, teils analogen Schaltkreis; "er war daher kein Computer im eigentlichen Sinne." Mit *Pong*, welches die Reaktionsmöglichkeiten der Spieler auf Manipulationen der Schläger auf der y-Achse reduzierte, kam ein epistemologische Kern der Computerprogrammierung graphisch buchstäblich auf den Punkt: die IF/THEN-Abfrage. "Pong fordert den Spieler heraus, indem es ihn (mit einem Wort Heideggers) bestellt."⁴⁰⁸

406 Für ein Monitorbild von *Tennis for Two* (1958) siehe <http://www.bnl.gov/bnlweb/history/higinbotham.asp>

407 Thomas Schneider, Pong - Ein Klassiker kehrt zurück, in: Stuttgarter Zeitung *online* vom 7. 12. 2006

408 Claus Pias, "Fill in the gaps", Vortrag Bauhaus-Universität Weimar, 29. Januar 1999

Jeder Mausklick an einem Computerspiel reproduziert jene zeitkritische Operationen, wie sie erst durch die experimentelle Physiologie des Helmholtz-Schülers Wundt in Leipzig (medientechnische Vermessung kleinster Reaktionszeiten) und später Münsterberg seit dem 19. Jahrhundert zur Evidenz kamen. Deren Vermessung kleinster Reaktionszeiten zeigt es: Im Bereich von 1/20-1/50 sek. findet im Verbund von Gehör und Gehirn beim Menschen das sogenannte *perception time smear* statt, analog zum Nachbildeffekt in der kinematographischen Bildwahrnehmung. Uexkuell definiert diese Zeitkonstante von 5 Centisekunden (1/20 sek.) als den "menschlichen Moment" - nach Karl Ernst von Baer (1860) genau die Zeit, die nötig ist, um sich eines Eindrucks der Sinnesorgane bewußt zu werden. In der Psychologie heißt diese Schwelle von 1/20 Sekunde "Gegenwartsdichte".

Claus Pias weist solchen im zeitkritischen Bereich operierenden Prozessen das Freudsche "Es" zu. Damit ist als eigentlicher Schauplatz zeitkritischer Akustik das psychisch Unbewußte benannt, jenes (von Wiener dann auch Mathematik gebrachte) Zeitfenster, das alle zeitliche Erstreckung auf ein Zeitfenster namens Echtzeit komprimiert - eine Funktion komputernder Praxis. Deren drei basalen Tätigkeiten lauten (frei nach Heideggers Definition von Kybernetik) im Gegenwärtigen zu interagieren, das abrufbar Zuhandene zu organisieren und das Zukünftige in Rechtzeitigkeit zu antizipieren.

Dieses Zeitkritische entsteht nicht auf der Basis einer Fülle, sondern eines Mangels. Licklider weist dem Menschen in seinem Aufsatz über "Human-machine-interaction" die Aufgabe zu, in Entscheidungslücken tätig zu sein, buchstäblich *kritisch*. Radarsysteme etwa ließen lange die Freund/Feind-Unterscheidung gegenerischer Kampfflugzeuge offen; die finale Entscheidung obliegt dem Betrachter. Hier kommt verschärft zum Zug, was Gotthold Ephraim Lessing in seinem Traktat *Laokoon* 1766 als den "prägnanten Moment" bezeichnet hat: die für den Einsatz von Imagination notwendige "Leerstelle".

Im Zentrum dieser Verfahrenstechnik steht dabei in der Programmierung die Unterbrechung, das *Interrupt*, welches "die Prozessierung zu regelmäßigen Zeitpunkten unterbricht, um Umwelt wahrzunehmen. Diese Kommunikation zwischen Eingabe-, Rechen- und Ausgabeeinheiten ist nicht weniger eine zeitkritische⁴⁰⁹ als die des Tischtennisspiels.

Ping Melodies

Es war die mit dem *routing* des Netzes befaßte Gruppe der ARPA, die erste Computerspiele programmierte (Crowther) - und damit von *Pong* zu *Ping*. Ping Melody ist das Konzept einer Internet-basierten Performance,

409 Pias 2002: 52

in welcher die vom Instrumentalisten oder Sänger gesungenen oder gespielten Sounds in Datenpaketen granuliert und per "ping" Unix-Kommando an diverse Internet *locations* verschickt werden. Verzögerung in den Datenpaketen, Übertragungsfehler und Warnungen werden hier aktiv in die Klangästhetik inkorporiert. Hier gibt sich Musik dem Netz selbst hin. Ping Melody basiert auf der Option des Internet, fast simultane Ereignisse im Datentransfer als dynamischen Prozeß gegenseitig zu verrechnen. Gesampelter Sound wird ins Netz geschickt, in Erwartung einer entsprechenden Signalantwort angepinger Server, operierend im Intervall der hörbaren Differenzen zwischen Signalquelle und Signalantwort. Die Performance verrechnet den singulären Instrumentalisten und den Sound eines akustischen Instruments mit dem Kollektivsingular des Datenraums. Musikalische Improvisation wird hier zur Funktion der Temporalität des Internet selbst.

Völlig unmetaphorisch aber sind diese Ping-Melodien, wenn sie die Realität des Internet selbst enthüllen. Ping bezeichnet eine Anwendung von Netzprotokollen aus der ICMP-Familie. Der Quellrechner sendet kleine Datenpakete vom Typ echo request an den Zielrechner. Erreichen diese Pakete ihr Ziel, dann antwortet dieses - sofern die Konfiguration es nicht verbietet - mit dem Typ echo reply.⁴¹⁰

Nicht von ungefähr trägt dieser mikrozeitliche Datentest seinen Namen von der submarinen, geradezu medienarchäologischen Sonartechnik: "Active sonar creates a pulse of sound, often called a "ping", and then listens for reflections of the pulse. To measure the distance to an object, one measures the time from emission of a pulse to reception. To measure the bearing, one uses several hydrophones, and measures the relative arrival time to each in a process called beam-forming."⁴¹¹

Akustisch handelt es sich bei den zeitkritischen Größen von Echoeffekt und Nachhallzeit stets um die Bewertung von Laufzeitunterschieden. Analog dazu kann bei der Suche nach Störungen in Netzen mit Hilfe des Ping-Signals überprüft werden, ob die Datenverbindungen zwischen diesen beiden Maschinen prinzipiell funktioniert. Zwischen dem PC und dem IRC-Server werden Keep-Alive-Signale hin und her gesendet, sogenannte Pings. Erfolgt innerhalb einer gewissen Zeitspanne keine Antwort auf die Anfrage kommt es zu einem Ping-Timeout und somit wird die Verbindung automatisch zurückgesetzt. "Es könnte am besten als Ping-Pong Spiel bezeichnet werden", heißt es dazu in der *online*-Enzykloädie Wikipedia. Wenn eine von beiden Parteien (Server oder Client) den Ball nicht zurückspielt fällt er auf den Boden und das Spiel beginnt von neuem" <ebd> - ein neuer Verbindungsaufbau und zugleich eine Erinnerung an die Ursprünge von Computerspielen im Tischtennis.

410 Siehe <http://www.lmtm.de/InformatiXTM/netzwerke/texte/ping.html>

411 Wikipedia-Eintrag xxx

Die schiere Audifikation eines solchen zeitkritischen Prozesses ergibt tatsächlich ein Geräusch wie das Klacken des Balls beim Ping-Pong. So wird der zeitkritische Meßimpuls namens Ping hörbar; Tongenerator ist dabei der 1-Sample-Impuls in einem Delay-Resonator. Audifizierte Ping-Signale sind Klang aus (Lauf-)Zeit, kleinste akustische Elemente für eine neue Form von Komposition. Meyer-Eppler erfreute sich vor einem halben Jahrhundert an ganz ähnlich klingenden Tönen, damals produziert mit dem Sinustongenerator. Eine Medientheorie des Akustischen nimmt diesen Ton auf, spielt ihn zurück, im Pingpongspiel mit Musik.

DIE MUSIKALITÄT TECHNISCHER ZEIT

Gleich dem "Bildakt" (Horst Bredekamp) kann Musik als Diagramm nur *im Vollzug* erforscht werden. Um zum "Zeitobjekt" zu werden (Edmund Husserl), erfordert die Analyse einer musikalischen Partitur den aktiven *Mitvollzug*. Dieser Mitvollzug wird bisweilen schon von Kommunikationsmedien selbst nahegelegt, wenn etwa die App *Beethoven 9* "eine Einspielung der Symphonie John Gardiners mit 'Originalinstrumenten' mit einer Einspielung Herbert von Karajans synchronisiert und der Hörerin die Möglichkeit bietet, zwischen diesen übergangslos und vergleichend hin und her zu schalten"⁴¹². Vergleichbar dem von Vilém Flusser definierten "technischen Bild" stellt auch technisch angeeignete Musik ein epistemisches Objekt nach eigenem Recht dar.

Die "musikalische (Zeit-)Situation" technischer Medien

Günther Stern definiert in seiner Habilitationsschrift die sogenannte "musikalische Situation" (1930). "Was aber nicht erinnert, sondern nur immer wieder neu realisiert werden kann, ist unhistorisch."⁴¹³ So gilt im Unterschied zu Walter Benjamins Deutung des Kunstwerks im Zeitalter seiner technischen (vor allem photographischen) Reproduzierbarkeit: "Keine Grammophonschallplatte gibt das" - im Sinne Beethovens *historische* - "Bild der Mondscheinsonate, sondern diese selbst; kein Radio gibt vervielfältigte Bilder des Gespielten, sondern dieses selbst"

412 Exposé Papenburg 2019, unter Bezug auf: Max Whitby, How we made the Beethoven's 9th Symphony App, in: The Guardian, 6. September 2013, <https://www.theguardian.com/culture-professionals-network/culture-professionals-blog/2013/sep/06/how-we-made-beethoven-ninth-app>, Stand: 30.07.2019

413 Günther Stern [später: Anders], Philosophische Untersuchungen zu musikalischen Situationen, unveröffentlichte Habilitationsschrift (1930/31), Typoskript Seite 58 (Österreichisches Literaturarchiv der Österreichischen Nationalbibliothek Wien, Nachlass Günther Anders, ÖLA 237/04). Nun publiziert in: Reinhard Ellensohn (Hg.), Günther Anders. Musikphilosophische Schriften. Texte und Dokumente, München (C. H. Beck) 2017, 15-140 (54)

(ebd.). Unmittelbar gilt dies für die technischen Apparaturen selbst: "their functioning operations are the media archaeological moment that is at its core un-historical."⁴¹⁴

Die *arché* im Begriff der Medienarchäologie oszilliert zwischen einem zeitlich-anfänglichen und einem funktional-archaischen Sinn. Gemeint ist damit neben der chronologischen Zeitachse der Technikgeschichte die Epochalität technischer Konfigurationen und logischer Strukturen. Beide Betrachtungsweisen sind miteinander verschränkt. In Mikrochips wird es manifest: Das im zeitlichen Sinne Ursprüngliche ist "aufgehoben" in der aktuellen Medienarchitektur (also gleichursprünglich in der Gegenwart). Deren Techno-Logik verkörpert das historisch-archäologische *double-bind*, insofern logisch emulierbar bleibt, was technisch an der singulären Verkörperung hängt. Kritisch wird dies in sonischen Medien, denn hier artikuliert sich neben der logischen Partitur die Hardware mit. Für die Klangästhetik der Micromusic respektive Chiptune-Musik in frühen Video- und Computerspielen charakteristisch ist die nonlineare Verzerrungen von sinusförmigen Tönen durch aus den Bauteilen im Signalgang selbst resultierenden Oberschwingungen ("Klirrfaktor"). Der Begriff der 8-Bit-Musik ist zunächst logisch bezogen auf CPU. Demgegenüber ist ein Soundchip ein dezidierter IC, programmierbar oder als Schaltkreis zur Frequenzmodulation respektive Pulse-Code-Modulation. In Spielen wie Pong (1972) resultierte der Klang noch aus analogen, umgenutzten elektronischen Bauteilen respektive Schaltkreisen. In der Atari-Spielkonsole VCS wurde 1977 ein Programmable Sound Generator (PSG) zum Einsatz gebracht; zum Protagonisten der 8-Bit-Klänge wurde das Sound Interface Device (SID) des Commodore 64.⁴¹⁵ Der hörbare Inhalt mag Computermusik heißen; die sonische Botschaft dieser Chiptunes aber ist die implementierte Computerlogik selbst, quer zur Harmonik der alteuropäischen Kunstmusik.

1-Bit-Klang kann jeder Mikroprozessor originär wiedergeben, denn es besteht aus nichts anderem als Rechteck-Wellen, die systemunabhängig von allen taktgesteuerten Generatoren (CPUs) erzeugt werden können. Demgegenüber ist Musik aus dem SID-Chip des C64 *nicht* adäquat emulierbar, weil er über analoge Klangfilter verfügt, welche die Computertöne hörbar beeinflussen.⁴¹⁶ Der spezifische Klang eines solchen Soundchip, mit medienarchäologischem Ohr vernommen, wird bevorzugt auf der originalen Hardware in ihrer techno-physikalischen Gleichursprünglichkeit realisiert; so erklingt der ganze Unterschied zwischen einem spezifischen technischen Klangkörper und seiner lediglich funktionalen Emulation.

414 Parikka 2009

415 Siehe Nils Dittbrenner, Computer- und Videospielmusik von 1977-1994, Lüneburg (xxx) 2005

416 Elektronische Kommunikation Stefan Höltgen, Dezember 2017

Narrativisierung von Klang und Geräusch: Der Einbruch des Tons in den Film

Die Einblendung von Zwischentiteln im Stummfilm ermöglichte jene filmische Erzählung, welche die bloße Nacheinanderschaltung von Bildern nur anzudeuten vermochte. "Das Wort zog die narrative Funktion an sich"⁴¹⁷ vollends mit dem Lichttonfilm, auf Kosten der gerade entwickelten genuin visuellen Sprache des Films. Dem gegenüber steht zum Einen der kontrapunktische, gerade nicht untermalende Einsatz von Akustik, also Klang und Geräusch. Die Aufmerksamkeit verschiebt sich von der bildbegleitenden gesprochenen Sprache und der narrativen filmbegleitenden Programmmusik auf die *implizite* Sonik und Musikalität des Kinematographischen; Sergej Eisenstein schreibt für den Tonfilm ausdrücklich vom "unorganischen Nebeneinander von Ton und Bild" und plädiert im *Manifest* von 1928 (mit Pudowkin und Alexandrow) für die strikte Trennung und "ein kontrapunktisches Gegenüberstellen der Sphären Ton und Bild".⁴¹⁸ Literatur- und Musikwissenschaft sowie Filmphilologie mögen dies auf der kompositorischen Ebene diskutieren; der Beitrag der Medienarchäologie liegt in der Erdung solcher Asymmetrien, der Offenlegung ihres technischen Szenarios in der kinematographischen Apparatur selbst. Tatsächlich verläuft hier die Tonspur parallel zum konkreten Bild neben der Perforation zum Transport; tatsächlich aber wird sie zeitlich vorversetzt im Getriebe des Projektors mit (dem eigentlichen Medientheater von Film im Unterschied zum Kinoraum⁴¹⁹), mit Rücksicht auf die vergleichsweise langsame Signallaufzeiten im Unterschied zur Lichtgeschwindigkeit der menschlichen Bildwahrnehmung mit elektronischen Augen (der Photozelle) abgetastet. Eisensteins *Vertikalmontage*, diskutiert als Synkopierung von Bild und Ton⁴²⁰, hat einen konkreten technischen Ort: das audiovisuelle Speichermedium sowie den Mechanismus des Schneidetisches. Und "jene 'höhere [sc. ästhetisch sinngebende] Einheit, in welche wir befähigt sind, *einzelne Geräusche* der Tonspur zu

417 Harald Jossé, Die Entstehung des Tonfilms. Beitrag zu einer faktenorientierten Mediengeschichtsschreibung, Diss. FB Sozialwissenschaften an der Johannes Gutenberg-Universität zu Mainz, xxx, 283. Siehe auch Rudolf Arnheim, Neuer Laokoon. Die Verkopplung der künstlerischen Mittel, untersucht anlässlich des Sprechfilms, in: ders., Die Seele in der Silberschicht. Medientheoretische Texte. Photographie - Film - Rundfunk, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 2004, xxx-xxx

418 Sergej M. Eisenstein, Musikalische Landschaft [1945], in: ders., Jenseits der Einstellung. Schriften zur Filmtheorie, hrsg. v. Felix Lenz / Helmut H. Diederichs, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 2006, 372-386 (381)

419 Siehe Ina Blom, The Autobiography of Video. The Life and Times of a Memory Technology, Berlin (Sternberg Pr.) 2016, 28, zur "*intra-machinic* redefinition of the workplace" in der Videoproduktion

420 Sergej Eisenstein, Das Montageprinzip des 'versetzten Bauens' [1946], in: ders. 2006, 410-417

überführen", ist eine Funktion der elektronischen Photozelle. Nahe an Karlheinz Stockhausens Unternehmen, die musikalische Komposition aus dem konkreten Zeitfeld mikrotonaler Signalereignisse aufzubauen⁴²¹, gerät auch ein eher beiläufiger Ausdruck Eistensteins in den Fokus, der die sonische Analogie zur kinematographischen Bewegung bereits in der Schwingungsbewegung identifiziert, "deren unterschiedliche Zustände wir als Geräusche in verschiedenen Höhenlagen und Tonalitäten wahrnehmen"⁴²².

Klangfiguren, narrativ und non-narrativ

Ein musikalisches Ereignis beginnt entweder mit dem Einzählen oder mit der Melodie, als zählender "Auftakt" (das Wesen von Techno-Music) oder als "Einklang" in Analogie zur Erzählung (die harmonikale Ordnung). Das Medientheater ist kein rein optischer, sondern auch ein auditiver Ort. Zwischen seinen Wänden vermag aus Lautsprechern etwas aktuell wieder zu erklingen, was eigentlich schon vor Tagen verklungen war, aber aus dem analogen Tonträger oder algorithmisierten Rechner gleichursprünglich wieder hervorgebracht wird. Das damit induzierte Zeitverhältnis ist ein resonantes, simultanes und nicht historisierendes, "acoustic space" im Sinne McLuhans.

[Die Zeitform der analogen Medienkultur vom Phonographen über Radio und Fernsehen war wellen- und klangförmiger Natur. Elektromagnetische Schwingungen waren nicht nur die konkrete Grundlage elektronischer Kommunikationsmedien, sondern zeitigten auch erkenntnistheoretische Effekte; so kulminierte etwa Marshall McLuhans Diagnose der nahezu synchronen Zeitform analogelektronischer Medienkultur von Radio und Fernsehen im Begriff des "acoustic space". Die hier bewußt gewählte "sonische" Begrifflichkeit zur Diagnose der Zeitform aktueller Medienkultur hat ihren Grund darin, daß eine strukturelle Wesensverwandtschaft zwischen Musik und Medientechnik besteht: beide gründen radikal in Zeitprozessen. Im Abendland diente die Wissenschaft von der Musik die längste Zeit als Institution der Artikulation signalbasierter Zeitbegriffe, bis daß technische Aufzeichnungs- und Übertragungsmedien in ihrer Eigenzeitlichkeit diese Rolle übernahmen und neue Temporalitäten wie die Phasenverschiebung zeitigten.

Nun aber überführt MIR (Music Information Retrieval) auch Musik in Digital Humanities.⁴²³ Erst vollends digitalisierte Klänge (Stimme, Musik)

421 Karlheinz Stockhausen, ... wie die Zeit vergeht ..., in: Die Reihe. Information über serielle Musik, Heft 3, Universal Edition, Wien / Zürich / London (1957), 13-42

422 Sergej Eistenstein, Die Vertikalmontage [1940-41], in: ders. 2006: 238-300 (250)

423 Siehe R. Smiraglia, Musical Works as Information Retrieval Entities.

werden - transformiert in binäre Information - neuer Wissensentbergung (Medienarchäologie) zugänglich; intelligente Algorithmen sind hier die neuen Archäologen kulturellen Wissens.^{424]}

In der Berliner Kirche St. Johannes-Evangelist kamen zu Pfingsten 2016 die *Pentatonische <n> Permutationen V* zur Aufführung. Aus acht Lautsprechern klangen Folgen von Kalviertönen, die ein von Benjamin Heidersberger geschriebenen Computerprogramm in Echtzeit spielte: "Tonleitern mit Primzahlänge laufen in ständiger Phasenverschiebung gegeneinander und lassen so immer neue Melodie- und damit Narrationsfragmente auftauchen und wieder verschwinden. Bei der gewählten Anzahl der Tonleitern dauert die gesamte Komposition länger als das Universum alt ist."⁴²⁵

Doch es gilt nur von Seiten der menschlichen Kognition, daß für Momente als narrativ identifiziert wird, was aus Sicht des Algorithmus völlig intentionslose Komposition ist. Die Identifizierung der erzählerischen Momente in solchen Klangfolgen gelingt durch sogenannte Ulam-Spiralen, eine vom Mathematiker Stanislaw Ulam 1963 entwickelte Methode zur graphischen Repräsentation von Primzahlen durch ihre Verortung in einer rechteckigen Spirale.⁴²⁶ Nikita Braguinski experimentierte mit solch einer Datenvisualisierung für seine Dissertation zur Analyse jener schrägen Klänge, die pseudo-zufällig in elektronischem Spielzeug und frühen Computerspielen generiert wurden.⁴²⁷

Eine implizit sonische Schematisierung erlaubt die Visualisierung der Primzahlberechnungen des frühen Digitalcomputers PASCAL aus den 1960er Jahren; dem liegt die Suche nach möglicherweise verborgenen repetitiven Mustern in scheinbar zufälligen Zahlensequenzen zugrunde.

Zunächst sind *en arché*, nämlich "am Anfang der Suche, das heißt im Zentrum des Bildes" (Braguinski) keine Muster erkennbar. Doch bereits wenig "später" (sequentiell gelesen) bzw. in der verräumlichten

Epistemological Perspectives, in: Proceedings of the International Conference on Music Information Retrieval (Bloomington, Indiana) 2001, 85-91

424 Siehe etwa George Tzanetakis et al., Computational Ethnomusicology, in: Journal of Interdisciplinary Music Studies, Fall 2007, vol. 1, issue 2, 1-24

425 Aus der Verkündigung im Programm des Kultur Büros Eliabeth (Mai 2016). (Nach-)Hörbar *online* https://soundcloud.com/benjamin_heidersberger

426 See M. L. Stein, S. M. Ulam, M. B. Wells, A Visual Display of Some Properties of the Distribution of Primes, in: The American Mathematical Monthly, Vol. 71, No. 5 (May, 1964), 516-520

427 *RANDOM. Die Archäologie der elektronischen Spielzeugklänge* at Humboldt University, Berlin, February 2016; siehe auch Nikita Braguinski, Die Spiraldarstellung - ein experimentelles Visualisierungsverfahren; <https://www.medienwissenschaft.hu-berlin.de/medienwissenschaft/medientheorien/miniaturen/braguinski-spiraldarstellung-03.pdf>

Nachbarschaft beginnen sich auffällige Bänder von wellenartigen Mustern zu bilden, jedoch zeitweise immer wieder von Rauschanteilen unterbrochen.

Solch algorithmische Prozeduren waren im PASCAL-Computer seinerzeit noch unmittelbar sonifizierbar, indem Lautsprecher die unmittelbaren Rechenschritte verkündeten, da die Zykluszeiten der Daten noch im Bereich des auditiven Frequenzbereichs lagen, beschrieben seinerzeit als "hörbares Rechnen"⁴²⁸.

Plädoyer für die musikalische Serialität

Diskrete Serien zu bilden - selbst wenn sie durch *smoothing* in der Signalverarbeitung stetig erscheinen - ist die Praxis von Computern in der Verarbeitung von Massendaten. An die Stelle der Suche nach einem *gegebenen* und *verborgenen Sinn* tritt die in der A/D-Wandlung von Signalen in *bits* angelegte *Abstraktion* (wie das ABC bereits die kontinuierliche Welt symbolisierte), ein formales Ensemble von Beziehungen.⁴²⁹

Ernst wird die wissensarchäologische Alternative zur Erzählung, wo sie nicht mehr bloßes Theorem bleibt, sondern als Aufschreibesystem tatsächlich praktiziert wird – etwa als iterativer Modus im Roman von William Gibson und Bruce Sterling, *Die Differenz-Maschine* (1990).

Steve Reich hat es als *Different Trains* komponiert: keine Sprache, sondern die sich wandelnden Rhythmen der Maschinen, die das Europa und Amerika vor Vor-, Kriegs- und Nachkriegszeit vorantrieben. Reich hat mit seinem Sony Walkmann *oral history* betrieben: Stimmen als die Erinnerung an vergangene Zugreisen, O-Ton der Eisenbahnen als Kommentar anderer Zeiten in serieller Musik. Winzige Differenzen im Zuggeräusch machen hier den ganzen Unterschied für die Jahre 1939-42: "[...] in Europa [...] wäre ich als Jude auf anderen Zügen gefahren. [...] Für den zweiten Satz, der Europa während des Krieges schildert, bin ich zur Yale University gegangen, wo sie ein Archiv von Überlebenden des Holocaust auf Videoband haben. [...] Und dann habe ich dieses Material genommen und durch ein 'sampling keyboard' geschickt [...] (ein Tasteninstrument, das Klänge aus natürlichen Quellen digital abtastet und speichert). Ich habe auch einen MacIntosh-Computer benutzt um alles zu organisieren."⁴³⁰ Das Reale wird hier zur Aussage: "Ich bekam Aufnahmen von amerikanischen Zügen aus den dreißiger und vierziger

428 See Nijenhuis, W. 1962: Hörbares Rechnen der Pascal, in: Philips technische Rundschau, 24. Jahrgang, 1962/1963, Nr. 4/5, 169-176

429 So argumentiert Michel de Certeau, *L'espace de l'archive ou la perversion du temps*, in: *Traverses* 36, Januar 1986, 6

430 "Vorwärts und zurück. Steve Reich im Gespräch" mit Gisela Gronemeyer, in *MusikTexte* 26 (Köln, Oktober 1988), 11-15, hier: 11 f.

Jahren, und ich bekam auch welche aus Europa. Dort klingen sie ganz anders, sie haben eine andere Pfeife, wirklich *schrecklich* [im Original deutsch] in Europa [...]. Also habe ich diese Klangeffekte gesammelt." Es ist ein anderer Index der Vergangenheit, der sich im apparativen "Es" als Signale schreibt.⁴³¹ Der Komponist definiert seine graduelle Musik geradezu als Exerzitien zur Befreiung von subjektzentrierter Narration: "Musikalische Prozesse bringen einen in direkten Kontakt mit dem Unpersönlichen. [...] Bei der Ausführung und beim Zuhören gradueller musikalischer Prozesse kann man an einem ganz speziellen, befreienden und unpersönlichen Ritual teilhaben. Die Hingabe an den musikalischen Prozeß ermöglicht eine Lenkung der Aufmerksamkeit weg vom Er, Sie, Du und Ich hinaus zum Es."⁴³² Dieses "Es" ist ein Zeitreal.

Doch werden aufeinanderfolgende Ereignisse werden vom Gehirn "automatisch zusammengefasst"⁴³³. Ohne diesen Mechanismus zur Integration diskreter, in ihrer zeitlichen Ordnung analysierter Elemente zu Wahrnehmungsgestalten würden Menschen nur sequentiell präsentierte Einzeltöne hören oder Bildmomente sehen. Obgleich ein Ton als akustisches Ereignis im Nu verklungen ist und darauffolgend bereits ein anderer zuhören ist, "wirkt das Vergangene noch nach. Erst auf diese Weise entsteht in uns das Empfinden für die Melodie."⁴³⁴

Ebenso bilden die Übergangswahrscheinlichkeit von Buchstaben und Wörtern in Markov-Ketten bildet hier die Alternative zur Narration. Ist "geformte Inhaltsleere"⁴³⁵ der Ansatz einer sub-narrativen *Anästhetik*? Hier handeln die Prosodie und Chronopoetik symbolischer Maschinen selbst.

DIE EMANZIPATION DER CHRONOTECHNIKEN DES KLANGS VON DER SYMBOLISCHEN ZEITORDNUNG DER MUSIK

Techno-physikalische Materialität des Klangs vs. symbolische Ordnung der Musik

431 Dazu Paul Epstein, Pattern Structure and Process in Steve Reich's Piano Phase, in: The Musical Quarterly 72, No. 4 (New York, 1986), 494-502, besonders 501f

432 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.

433 Marc Wittmann u. Ernst Pöppel, Hirnzeit. Wie das Gehirn Zeit macht, in: Kunstforum International Bd. 151, Juli-September 2000, 85-90 (87)

434 Ebd.

435 Werner Klüppelholz, Apokryphe Archäologie - Über Anklänge der Vergangenheit in der Musik der Gegenwart, in: MusikTexte 30, Juli/August 1989, 43-46 (46)

Es steht zunächst eine harte Arbeit am Begriff an. Ist "Musik" die Bezeichnung für eine symbolische Ordnung, für ein abstraktes Gebilde des Komponistengeistes in Form einer Partitur, oder versteht sie sich immer schon von ihrer Klangmaterie her als "organized sound", mit Edgar Varèse formuliert? Die Frage nach dem "Klanglichen am Musikalischen" ruft nicht allein einen Aspekt des Musikalischen auf, sondern mit epistemologischer Schärfe das Verhältnis von Klang und Musik an sich. Stellt Klang schlicht die menschliche Verkörperung, oder instrumentale und technische Materialisierung von Musik dar, oder gibt es, diesseits der symbolischen Ordnung namens Musik, ein sonisches Existential nach eigenem Recht?

Inwieweit ist die musikalische Ordnung gleichursprünglich mit ihrer Implementierung in realer, klangfähiger Materie verstrickt, oder ist die Verklanglichung von Musik lediglich funktional? Ist die Trennung von Musik und Klang schlicht eine Folge von symbolischen Notation und phonographischer Aufzeichnung? Friedrich Kittler zufolge trennt erst die diskrete Maschine *alias* Computer "sauber"⁴³⁶ das Symbolische vom Realen. Erst digitales Sampling überführt damit akustische, zeitkontinuierlicher Klangsignale in die reine musikalische Welt, nämlich numerische Berechenbarkeit. Doch auch die binäre Informationskodierung entrinnt nicht der "time of non-reality" tatsächlicher Schaltvorgänge (Norbert Wiener), dem ZeitReal. Hier liegt der feine Unterschied zwischen dem *mechanically computable* (Kurt Gödel) und dem tatsächlich technisch implementierten *computing*.

Ist Musik gleich dem *Technológos*, dem *Verhältnis* von mathematischem Algorithmus und konkreter, im / als Computer realisierter Software, als "embodied cognition" immer schon verwurzelt mit ihrer materiellen Artikulation? Es ist diese Erdung, welche die Frage nach dem Klanglichen am Musikalischen, *vice versa*, für Medientheorie so attraktiv macht. "Sound matter and form", also klanglicher Materie und ihre musikalische Form, "cannot be separated, but both emerge simultaneously" - mithin archäologisch im Sinne Foucaults - "from the system of relations that constitutes their condition of possibility."⁴³⁷ Welcher Art aber ist dieses *system of relations*? Vermag das Symbolische (ob nun mathematischer Algorithmus, oder musikalische Komposition) überhaupt je abstrakt konzipiert zu werden, oder kalkuliert die symbolische Maschinerie namens Musik das Klang- als Signalereignis nicht immer schon mit ein? Führt ein Mensch, mit Bleistift und Radiergummi ausgestattet, eine Berechnung durch, macht ihn die schiere Symboloperation von Zahlen und Ziffern bereits zur "Papiermaschine" (Alan Turing). Jede

436 Friedrich Kittler, *Grammophon - Film - Typewriter*, Berlin (Brinkmann & Bose) 1986, 29

437 Domenico Napolitano, *Organizing the event of sound*, in: *La Digestion. Musica Sanae*, hg. v. Andrea Bolognino / Renato Grieco / idem / Giulio Nocera, Neapel (Thymos Books) 2019 [Quaderni 02], 12-27 (21)

symbol(techn)ische Formulierung wurzelt *unabdingbar* im Realen der Materie; Immanuel Kants und Michel Foucaults *a priori* wird hier zur Hardware.

Menschliche Soziokulturen der Musik vs. unmenschliche Soziotechniken des Klangs

Aus Sicht der Cultural Studies spielen zur Klärung der Forschungsfrage nach den Beziehung des Klanglichen zum Musikalischen soziokulturelle Aspekte eine Rolle. Die medienarchäologische Gegenthese aber sieht in der Zeitlichkeit des Klangs vielmehr ein autonomes Objekt, für welches die Soziokulturalität zwar relevant, aber nicht grundlegend ist. Die Thematisierung des *Klanglichen am Musikalischen* eröffnet einen wirklich epistemologischen Horizont, wenn sie von ihren vordergründigen Phänomenen, seien sie nun akustisch, oder sozial, suspendiert wird. Eine solche Klangphilosophie, die nicht anthropozentrisch die humane Klangwahrnehmung ins Zentrum stellt, thematisiert "das Sein der Klänge"⁴³⁸ und maß sich tatsächlich an, daß sie "dem Klang erkläre, was er eigentlich ist"⁴³⁹. Dahinter verbirgt sich die buchstäblich technologische Grundsatzfrage nach dem Verhältnis zwischen symbolischer Ordnung und realer Materie. In Bezug auf Klang und Musik verlangt diese Grundsatzfrage nach Antworten, die nicht alleine aus der bislang dafür zuständigen Musikwissenschaft kommen können, sondern ebenso aus den Sound Studies, der Kognitionsforschung, und der techniknahen Medienwissenschaft.

Die Erforschung der "soziokulturell verankerte[n] Aisthesis und Bedeutung"⁴⁴⁰ in der Verhandlung von Klang und Musik, und auf Kriterien wie Affektivität, Resonanz und soziale Koordination, lenkt von dieser epistemologischen Dimension eher ab und verbleibt im anthropozentrischen Diskurs gemeinschaftlich organisierter und koordinierter Musikalität als Verhaltensform. Dem steht ein explizit posthumanistischer Begriff der Kopplung von Menschen an musikalische Klangapparaturen entgegen. Der Pianist Glenn Gould fühlte sich im Tonstudio eher zuhause denn im Konzertsaal.⁴⁴¹

438 Rainer Bayreuther, Was sind Sounds? Eine Ontologie des Klangs, Bielefeld (transkript) 2019, 240

439 Friedemann Dupelius, in: Neue Zeitschrift für Musik, Heft 4 / 2019 (Themenschwerpunkt "Technologie"), 11, unter Bezug auf: Christopher Cox, Sonic Thought, in: Bernd Herzogenrath (Hg.), Sonic Thinking. A mediaphilosophical approach, London / New York (Bloomsbury) 2017

440 Exposé (September 2019, Jin Hyun Kim) zum Workshop "Das Klangliche am Musikalischen – Das Musikalische am Klanglichen" an der Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Musikwissenschaft und Medienwissenschaft, 9. / 10. Dezember 2019

441 Siehe Glenn Gould, Vom Konzertsaal zum Tonstudio, Munich (Piper) 1992

Der Fokus liegt in diesem Zusammenhang auf der Eskalation von Klangkulturtechniken der Mensch-Maschine-Kopplung zu genuin technologischen Sonosphären. Dem "Soziokulturellen" gegenüber erlaubt der Begriff des "Soziotechnischen" zwar eine Horizonterweiterung um die "nicht-menschlichen Aktanten" im gemeinsamen Musizieren, verharzt jedoch - wie die Actor Network Theory insgesamt (und anders als der kybernetische Begriff systemischer Kopplungen zwischen *animal and the machine*⁴⁴²) - immer noch in soziologischer Anthropozentrik. Dem gegenüber nimmt die medienarchäologische Analyse jene sonotechnischen Kollektive von Apparaturen und Infrastrukturen in den Blick, die einen anderen Typus von "Gesellschaft" nach eigenem Recht bilden. Sie kulminieren in jenem "Deep" Machine Learning, das aus den von digitalisierten Partiturarchiven oder *social media* willkürlich oder unwillkürlich generierten gigantischen Datenmengen eigenständige Musiken erschafft.⁴⁴³ Hier artikuliert sich nicht mehr allein das durch menschliche Kollektive geprägte Soziokulturelle an Klang und Musik, sondern der sonische *Technológos*.

Zeitkritische Klangkulturtechniken in der Mensch-Maschine-Kopplung, und aus dem Innern der Klangtechnologien

Das Klangliche am Musikalischen ist seine konkrete Tempor(e)alität. Ein wesentlicher Aspekt des sonischen Existentials sind seine Verlaufsformen. Frühe Studien zur elektronischen Musik haben dezidiert darauf hingewiesen. "Musik stellt Ordnungsverhältnisse in der Zeit dar", definiert Karlheinz Stockhausen gleich eingangs in einem klassischen Aufsatz.⁴⁴⁴ Als Rhythmik teilt die Musik ihren Charakter mit dem Drama und unterstellt dabei eine transzendente Zeit; diese symbolische Ordnung läßt sich dementsprechend auch notieren. Die antike *mousiké* umfaßt neben den schallenden Klängen ebenso dichterische Prosodie sowie den Tanz. Diese Zeit zweiter "musikalischer" Ordnung aber ist nur eine symbolische Welt der willkürlichen "alphabetischen" Zeichen; dem gegenüber steht das tatsächliche Zeitergebnis des Klangs, der temporale Index, und an der Analyse seines mikrotemporalen Signalverlaufs scheitert die symbolische Musiknotation, wie Aristoxenos es thematisiert. Erst "Klang" als Bezeichnung für die operativ implementierte symbolische Zeitordnung betrifft die Frage, "... wie die Zeit vergeht" - als

442 Im Sinne des Untertitels von Norbert Wiener, *Cybernetics, or: control and communication in the animal and the machine*, Paris (Hermann) / Cambridge, Mass. (MIT Press) / New York (John Wiley) 1948

443 Dazu Christian Grüny, *Kontingenzmaschinen. Künstliche Intelligenz in der Musik*, in: *Neue Zeitschrift für Musik*, Heft 4 / 2019 (Themenschwerpunkt "Technologie"), 17-21

444 Karlheinz Stockhausen, "... wie die Zeit vergeht" (September/Okttober 1956), in: *die Reihe* Nr. 3 (Wien 1957), 13-42; Wiederabdruck in: Dieter Schnebel (Hg.), *Karlheinz Stockhausen. Texte zur elektronischen und instrumentalen Musik*, Bd. 1, Köln (DuMont) 1963, 99-139 (99)

ZeitReal. Die Friktionen der Kategorien von Klang und Musik treten buchstäblich zeitkritisch zutage.

Auf der mittleren Ebene sonischer Zeitschichten zwischen schierer Akustik und kultureller Musik, also auf der Klangebene, ereignet sich das, was Stockhausen die operativen Intervalle zwischen Veränderung nennt; "die Zeitabstände seien *Phasen* genannt" (ebd.). Dieses Zeitmoment des Δt steht auf mikrotemporaler, also zeitkritischer Ebene dem Ereignis des physikalischen Signals näher als die symbolische Ordnung der Musik, insofern dies einen wirklichen Zeitvollzug darstellt. Stockhausen stößt in seinen Untersuchungen über das Zeitvergehen "auf die direkten Beziehungen makroakustischer und mikroakustischer Zeitverhältnisse"⁴⁴⁵.

In der Sonifikation von Materie artikuliert sich Klang als Zeit. Wichtig sei es für Musiker, "daß 'Klangfarbe' das Ergebnis von Zeitstruktur ist und daß er - wie es heute elektronisch geschieht - in diese Zusammenhänge kompositorisch eingreifen kann"⁴⁴⁶. Die eigentliche Botschaft der elektronischen Medien an die Musik ist also nicht der synthetische Ton, sondern die Zeit(phasen)manipulation, als das "Musikalische" im Feld seiner Temporalität.

Sonische Prozesse sind mithin dem zeitlichen Kanal von Medienvollzügen wesensgleich. Im Unterschied zu den Interessen der Systematischen Musikwissenschaft aber laufen medienarchäologische Untersuchungen sonischer Prozesse nicht auf den Musikbegriff hinaus, sondern dienen als Modellfall zur Analyse auch ganz andersartiger Vorgänge, im Sinne von Bill Violas Begriff des elektronischen Videobild als "Klang der Einzeilen-Abtastung"⁴⁴⁷; Nam June Paik fand von der Elektroakustik zum elektronischen Bild.⁴⁴⁸ Hier wird die Nähe zum Klang nicht im akustischen, sondern in Bezug auf den Zeitvollzug des Signals bemüht.

Wird der akustische Kanal medientheoretisch privilegiert, so geschieht dies nicht, um wieder auf musikalische Ästhetik hinauszulaufen, sondern um auf zeitkritische Prozesse und die Analyse mikro-temporaler Ereignishaftigkeit in ganz anderen Feldern hinzuweisen. Dazu gehört das elektromagnetische Feld selbst, wie es James Clerk Maxwell als eminent zeitkritisches Vektorfeld durchrechnete und damit die Bedingung für Heinrich Hertz' Experimente mit drahtloser Funkenübertragung lieferte.

445 Stockhausen 1957 / 1963: 110

446 Stockhausen 1957 / 1963: 111

447 Bill Viola, Der Klang der Ein-Zeilen-Abtastung / The Sound of One Line Scanning, in: Theaterschrift 4: The Inner Side of Silence, Brüssel (September 1993), deutsch / englisch, 16-54; urspr. publiziert in: Dan Lander / Micah Lexier (Hg.), Sound by Artists, Toronto / Banff (Art Metropole & Walter Phillips Gallery), 1990, 39-54

448 Wulf Herzogenrath (Hg.), Nam June Paik. Werke 1946-1976. Musik, Fluxus, Video, Köln 1980

Primäres Ziel solch medienarchäologischer Klanganalysen ist nicht die Modellierbarkeit von musikalischen Prozessen; dieselben reichen vielmehr zum Modellfall von Mediumvorgängen an sich. So wird in Elektroakustik und Computermusik das Doppelwesen technomathematischer Zeitprozesse als kontinuierliche Wellenform wie als zeitdiskrete Rhythmisierung sinnfällig, als eine ästhetische Form von Medientheorie.

Drei Zeitweisen: Akustik, Klang, Musik

Das Klangliche am Musikalischen ist recht eigentlich dessen Zeit(signal)werdung. Genau dieser Tempor(e)alisierung von Musik leiht medienwissenschaftliche Analyse ihre Gehör.

In diesem Sinne ist Medienarchäologie ein medienkulturelles und -ästhetisches Training, beim Hören "technischer Töne" (analog zur Definition des "technischen Bildes" durch Vilém Flusser) nicht die musikalischen, d. h. kultur- oder soziosemantischen Inhalte allein zu vernehmen, sondern ebenso die Übertragungsmechanismen solch sonischer Ereignisse zu orten, die ihr Sein recht eigentlich erst in der Zeitlichkeit entfalten.

Nicht schon die symbolisch notierte Tempoangabe, sondern erst der tatsächlich (v)erklingende Ton verkörpert die "musikalische" Zeitlichkeit des Daseins (Hegel). Jedes (V)Erklingen ist ein Sein zum Tode (Heidegger). Ein kultureller Choque des Vokalalphabets war sein technischer Trick (*mechané*), durch explizite Verwendung von Vokalzeichen gegenüber dem bisherigen phönizischen Konsonantenalphabet den vergänglichen Ton musikalischer Prosodie (Homer) aufhebbar und reproduzierbar zu machen - aber eben nur symbolisch. Die bislang exklusiv auf die *live*-Performance menschlicher Klangkörper angewiesene Klangzeitlichkeit wird signaltechnisch erst mit dem Phonograph speicher- und identisch reproduzierbar.

Ein Kriterium für das Klangliche am Musikalischen: seine Tempor(e)alisierung

Einer Kernthese des "Sonischen" zufolge ist die eigentliche Medienbotschaft des Klangs (also der Materialität von Musik) nicht das (für Menschen) akustisch Hörbare, sondern der Klang als *Zeitform*.

Nicht von ungefähr entlehnt die technische Zeitsignalanalyse explizit oder implizit Begriffe aus der vor-technischen Klangwelt: etwa das "Echo" des suggestiven "Urknalls" im Universum, das indes kein akustisches Phänomen, sondern eine kosmische Hintergrundstrahlung bezeichnet.

"Resonanz" oder (archaischer) "Syntonie"⁴⁴⁹ bilden einen Kernbegriff in der Elektro- und insbesondere Radiotechnik.⁴⁵⁰ Die Resonanz ist im Wesentlichen kein menschlicher Affekt, sondern ein physikalischer Effekt. Das "Klangliche am Musikalischen" ist hierin die tonale Tempor(e)alität. Somit dient das Sonische als Begriff für ein spezifisches Ereignisfeld, dessen Benennungen von Ingenieuren zunächst aus dem Bereich der Musiktheorie stammen, die - im vortechnischen Zeitalter - in Ermangelung anderer Signalwissenschaften für "zeitbasierte Medien" einstand. Vor allem aber stellt in der technischen Welt der "Klang am Musikalischen" auch die dem menschlichen Gehör unzugängliche Erscheinungsweisen dar. Der Gebrauch von Begriffen aus der Klangwelt ist der Indikator dafür, daß hier konkrete Zeitweisen das Charakteristikum bilden. Die Tempor(e)alitäten des implizit Sonischen sind unerhörte Formen der Artikulation von Zeitsignalen.

Mit dem Echolot etwa werden Laufzeitdifferenzen von Schall als Verfahren zur Zeitmessung eingesetzt, ohne daß damit in irgendeiner Weise "Musik" intendiert ist. Solch metrologische Techniken können im Zusammenhang mit dem phänomenologischen Zeitbewußtsein untersucht werden, das nicht von ungefähr anhand akustischer, klanglicher und melodischer Erfahrung thematisiert wurde: angefangen von Aristoteles' Begriff des akustischen *to metaxy*, über Bergsons und Husserls Melodiebegriff, bis hin zur klanginspirierten Medienkunst. Die Zeitweisen des Sonischen werden hier von der akustischen Zeitachsenmanipulation bis hin zur elaborierten Algorithmik als genuine Chronopoiesis einer medientechnischen Welt identifiziert.

Damit verbunden ist zugleich eine Kritik des Bindestrichausdrucks "audiovisueller" Medien.⁴⁵¹ Die sonische Dimension gibt sich durch ihre genuinen Zeitweisen kund. Damit korreliert ein sinnesphysiologischer Befund: Das Gehör ist prädestiniert für den Zeitsinn, während das Auge zunächst räumlich orientiert ist. Die Rezeptoren des Gehörsinns erfassen gegenüber der Geschwindigkeit, mit der die Augen einen Stimulus lokalisieren, zehnmal schneller eine Veränderung. Akustische und sonische Prozesse stehen mithin in einem privilegierten Verhältnis zum Zeitkritischen. Es bedarf des genauesten Zusammenspiels von Neurobiologie, Nachrichtentheorie und Elektrotechnik, dies nachzuweisen.⁴⁵²

449 Siehe Hugh G. J. Aitken, Syntony and Spark. The Origins of Radio, New York / London / Sydney 1976

450 Siehe Sheldrake 1988; siehe auch Karsten Lichau / Viktoria Tkaczyk / Rebecca Wolf (Hg.), Resonanz. Potentiale einer akustischen Figur, München (Fink) 2009

451 Siehe Michel Chion, Audio-vision. Sound on screen, New York (Columbia University Press) 1990

452 Siehe Ernst Pöppel, Grenzen des Bewußtseins. Wie kommen wir zur Zeit und entsteht Wirklichkeit?, Frankfurt / M. (Insel) 2000

Die Differenz des auditiven zum optischen Sinneskanal ist vor allem eine zeitkritische; das "Weltbild des Ohres" (Rudolf Arnheim⁴⁵³) ist vor allem eine Zeitwelt. Erst von daher macht McLuhans These der Wiedereinkehr des "acoustic space" in der elektronischen, primär visuellen Medienkultur Sinn⁴⁵⁴, die "relevance of this acoustic space to an understanding of the simultaneous electric world"⁴⁵⁵.

Das Sonische wird gemeinhin mit der hörbaren Klanglichkeit von Musik verbunden. Diese Phänomenologie zielt auf die akustischen Inhalte des musikalischen Ereignisses. Das medienarchäologische Ohr richtet sein Vernehmen indes - dem Appell Jin Hyun Kims für eine "musikalische Grundlagenforschung" folgend - auf die eigentliche Medienbotschaft des Klangs, d. h.: seine zeitliche Form. Takt und Rhythmus sind, neben Harmonik und Melodie, entscheidende Parameter im Begriff von Musik. Das Klangliche am Musikalischen meint in diesem Sinne streng das tatsächliche in-die-Welt-Kommen, d. h.: in-die-Zeit-Kommen der symbolischen Ordnung namens Musik, ganz analog zur Implementierung abstrakter Algorithmen als lauffähiges Programm im Computer.

Die Unterscheidung zwischen mathematischer *computation* und elektronischem *computing*, oder zwischen einem Quellcode und seiner Kompilierung zum lauffähigen Programm, ist der ganze Unterschied zwischen abstrakter Turing-Maschine und der realen von Neumann-Architektur. So meint auch die Begriffsmünze "Musik" primär die Notation als Kodierung, also einen *lógos* im Sinne Adornos. Erst dessen technologische Implementierung - also die Verklanglichung durch Hard- oder Wetware (das Instrument oder die menschliche Stimme) - bringt sie als Zeitigung zum Vollzug.

Die technische Globalisierung musikästhetischer Eigenzeit: Das "Global Metronome Project"

Während die Mensuralnotation im Feld der symbolischen Zeitorganisation verbleibt, wird sie zum realen Zeitereignis erst durch ihre tatsächliche Implementierung in menschlichen und instrumentalen, mithin technischen Klangkörpern. "Resonanz" figuriert hier als zentraler Begriff, der indes zu allerlei diskursiver Metaphorik verleitet und selten in seiner wohldefinierten physikalischen Bestimmung geerdet wird. Hier kommen Signalprozesse ins Spiel, die erst die Kybernetik wirklich in den Blick

453 Siehe Rudolf Arnheim, Rundfunk als Hörkunst und weitere Aufsätze zum Hörfunk, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 2001 [*Radio, London 1936]

454 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

455 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)

nahm - von der Synchronisation bis hin zum positiven oder negativen Feedback.

Dem klassischen Epensänger geht es mit seinem begleitenden Saiteninstrument nicht um das virtuose, performative Spiel; dessen Funktion liegt vielmehr im mnemotechnischen Servomechanismus der operativen Rhythmisierung - in den zeitkritischen Operationen der Pro- und Retention bei der Echtzeit-Komposition von Verszeilen. Erst in der zeitkritischen Verklanglichung entfaltet sich die Differenz von musikalischer Vorgabe und korpo- oder technorealer Adaption: "A musical composition, printed or written, is, after all, a form, a mould: the performer infuses life into it, and he must be given a reasonable amount of liberty, he must be endowed with some discretionary power. [...] the very essence of Tempo Rubato is a certain disregard of the established properties of rhythm and rate of movement."⁴⁵⁶

Die gelingende Handhabung eines Musikinstruments beruht gemeinhin darauf, daß es dem Spieler im Normalfall ein unverzügliches Feedback (Resonanzen) gibt, was die Steuerung des Spiels ermöglicht. Digital gesteuerte Instrumente (MIDI-Schnittstellen) *zeitigen* bisweilen einen Verzug in der Signalverarbeitung; ab einer *latency* höher als 100 Millisekunden wird die Arbeit mit sogenannten *real-time*-Musikprogrammen oder -instrumenten verunmöglicht. Latenz ist kein semantisches, sondern nachrichtentechnisches Problem von Kommunikation: die Übertragungszeit einer Nachricht im System" und der Kehrwert zum "throughout", der Summe aller solcher Aktionen zu einem gegebenen Moment.

In genau diesem Sinne ermöglicht nun das Global Metronome Project das gemeinsames Musizieren verteilt über die Welt des Internet.⁴⁵⁷ Computer und Mobilkommunikationsgerät werden mit Systemuhren ausgestattet, deren Präzision (also geringe Laufzeitfehler) eine Koordination von Ereignissen "across unconnected devices" in lokaler Diversität ermöglicht. Bedingung dieser lokalen Verteilbarkeit ist strikte Standardisierung auf der Ebene der temporalen Infrastruktur. Dies betrifft das zeitkritische Verhältnis zwischen Mensch und Maschinen besonders im Bereich gemeinsamen Musizierens. Das globalisierte Metronom erlaubt absolute Temposynchronisation, indem GPS-gesteuert unabhängige Geräte dennoch nahezu die gleiche Zeitbasis teilen - nach dem Modell von Leibniz' Monaden als unabhängigen, aber synchron

456 Beitrag H. Wakefield Foster, The Role of Music, in: An eEdition of The Wedding of Mustajbey's Son Bećirbey, as performed by Halil Bajgorić, edited and translated by John Miles Foley, <http://www.oraltradition.org/zbm/music>; Zugriff 28. Juni 2018

457 Reid Oda / Rebecca Fiebrink (2016), The Global Metronome: Absolute Tempo Sync For Networked Musical Performance, online http://www.nime.org/proceedings/2016/nime2016_paper0006.pdf, Abruf 4. Juni 2018

getakteten Zeitwesen. Gemeinsame Musik über das Internet leidet - trotz des Network Time Protokolls - unter physikalischen und logischen (also techno-logischen) Laufzeitverzerrungen (*network latency*) aufgrund des paketweisen Datentransfers, und im akustischen Bereich ist die menschliche Wahrnehmung hochempfindlich für Abweichungen, bis hin zu Dekohärenz des gemeinsamen Musikspiels. Hier prallt technische Zeit auf menschliches Rhythmusempfinden. Und so ist von daher *ein* Aspekt des Klanglichen am Musikalischen gar nichts Klangliches im auditiven Sinne, sondern implizit sonischer Natur: strikte Chronotechnik.

Ist die Synchronisation zwischen musizierenden Menschen, und zwischen Menschen und ihren Instrumenten, mithin noch als Kulturtechnik beschreibbar, kommt in der inntertechnischen Kommunikation eine Klanglichkeit zum Zug, die überhaupt nicht mehr der Wandlung in akustische Signale bedarf. Gerade im innersten We(i)sen des Technischen ereignet sich also die im antiken Sinne verstandene non-akustische Musik.

Die Wiedereinkkehr der *mousiké* im Computer: "Algorithmik"

Im Sinn des Sonischen können bislang als „musikalisch“ beschriebene Merkmale, insofern sie jenseits der traditionellen musikwissenschaftlichen Forschung untersucht werden, in Bezug auf ihre temporale Dimensionen rekonzeptualisiert werden. Doch nachdem sich, induziert durch elektroakustische Medien, im 20. Jahrhundert der technisch vermittelte Klang, mithin: *sound*, von der Musik emanzipiert hatte, kehrt *mousiké*, das "Musikalische am Klanglichen", nun ausgerechnet im zeitdiskreten Wesen und in den "algorhythmischen"⁴⁵⁸ Zeitweisen des Digitalcomputers wieder ein.

Medienarchäologisch wird mit dem Digitalcomputer wieder aufgerufen, was im Musikautomaten bereits angelegt war: die unmittelbare Verkörperung des musikalischen *lógos* in vollzugsfähiger Materie. Rhythmus, Frequenz und harmonikale Ordnung stehen in einem reziproken Verhältnis; in der Computertaktgebung ruft sich eine "musikalische" Ordnung aus dem Innern der Technik selbst wieder auf.

Bereits der kybernetische Mechanismus der Hemmung in der Räderuhr hat im Spätmittelalter einen zentralen Parameter aus der Welt der Musiktheorie zum selbständigen Operator der technischen Welt werden lassen: Takt und Rhythmus. Die in gleichmäßig quantisierten Zeitabständen tickende Uhr wird zum Klang einer ganz und gar unmusikalischen Zeit.

⁴⁵⁸ Shintaro Miyazaki, *Das Algorhythmische*. Microsounds an der Schwelle zwischen Klang und Rhythmus, in: Axel Volmar (Hg.), *Zeitkritische Medien*, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009, 383-396

Eine sonische Zuspitzung erhielt die tickende Uhr in den buchstäblichen Techno-Beats der *popular music*. Bei aller scheinbarer kultureller Ausdifferenzierung unterliegt sie den Rhythmen und Metren der digitalen (Klang-)Signalverarbeitung.

Die Taktfrequenz in frühen elektromechanischen und elektronischen Computern lag noch im hörbaren Bereich bis 20.000 Hz und verlockte von daher zu ihrer direkten Audifikation durch angekoppelte Lautsprecher, etwa am Z22-Rechner der Zuse-KG, zur akustischen Kontrolle für Ingenieure, ob das Programm nach algorithmischem Plan oder in einer Endlosschleife verheddert lief. Erst aus Langeweile, oder in einem Moment der Muße, resultierte darauf die Idee der Ingenieure, Algorithmen derart zu programmieren, daß ihre Audifikation als Melodie erklang. Die eigentliche musikalische Muse des Computers heißt Algorithmik.

Im Unterschied zum elektronischen "Sound" steht die elektronische *Musik* dem Wesen des Computers nahe: "Das Universum der Musik ist ein ebenso kalkuliertes und komputiertes wie das der technischen Bilder"⁴⁵⁹, ebenso "ein von semantischen Dimensionen emanzipiertes" (ebd.). Indem Flusser nun meint, daß die Welt der technischen Bilder "musifiziert" ist, beschreibt er nichts anderes als die Tatsache, daß die sogenannten Bilder einen komputativen Daseinszustand angenommen haben. "Musik" ist damit nur noch ein Begriff, welche den Verzug, das Hinterherhinken des Diskurses gegenüber einer schon fortgeschrittenen computerkulturtechnischen Lage beschreibt.

ZUR IMPLIZITEN SONIK UND "MUSIKALITÄT" DES DIGITALCOMPUTERS

VCF Berlin '21 - Nachruf auf / Appel an die Allianz von Musik- und Medienwissenschaft

Im Format des Vintage Computing Festivals Berlin, vom 8. / 9. Oktober 2022 am Standort "Pergamonplais" der Humboldt-Universität zu Berlin, versammelt die Sonderausstellung *Computer-Sound* Hard- und Software zur Klang- und Musikerzeugung.

Inzwischen gehört es zur Tradition der speziellen Berliner Variante von Vintage Computing Festivals, dass technologische Artefakte nicht nur in ihrer realen Präsenz ausgestellt und als Medium tatsächlich in Vollzug gesetzt werden, sondern neben die operative Demonstration auch ihre akademisch-reflexive Erschließung rückt - von daher die begleitende Kurztagung *Computer/s Sound/s*.

459 Vilém Flusser, *Ins Universum der technischen Bilder*, Göttingen (European Photography) 1985; 6. Aufl. 1999, 179

Ob es nun eine subtile Absicht des Initiators dieser Kurztagung Dr. Dr. Stefan Höltgen war, oder eine unwillkürliche Ironie in der Fächergeschichte der Humboldt-Universität darstellt: Diese Kurztagung ist zugleich so etwas wie ein vorgezogener Nachruf auf das gerade noch aktuelle, sich aber schon in Auflösung befindende Institut für Musikwissenschaft und Medienwissenschaft, welches als Gastgeberin dieses Vintage Computing Festivals fungiert. Beide Disziplinen werden aller Voraussicht nach künftig getrennte Wege gehen. "Auflösung" aber meint im epistemisch-akademischen Sinne "Analyse", und von daher ist dies nun gerade der richtige Moment für eine Ausdifferenzierung: Sind es doch ganz andere Fragen, welche die Medienwissenschaft an Computerklänge stellt, als etwa die Musikwissenschaft.

Zur "Musikalität" des Digitalcomputers

Ganz offensichtlich spielt der Titel der Kurztagung *Computer/s Sound/s* typographisch listig (*mechané*) auf das Doppelwesen von Rechnern an. Tatsächlich erinnern gewisse Klänge und Geräusche aus den Apparaten - wenn etwa die Festplatte "crasht" - selbst heute gelegentlich noch daran, dass alle Komputation zu 100 % Funktionen von Hardware, also Materie und Energie sind; es gehört geradezu zum Wesen binärer Berechnungen, dass die abrupten "Null / Eins"-Sprünge sich auch akustisch artikulieren. Und doch waren die Rhythmen der elektromagnetischen Relais, in denen sich frühe Digitalcomputer auch den Ohren der sie betreuenden Ingenieure und Informatiker noch kundgetan haben, eher akustische Kollateralschäden, und dem Zweck der Berechnungen gegenüber vielmehr uneigentlich.

"Klang" ist dem mathematischen Mechanismus namens Computer zunächst wesensfremd - nicht aber Musik, und hier legt die Medientheorie auf eine wohldefinierte Unterscheidung wert. Musik meint in der alteuropäischen Episteme eine symbolische Ordnung, nämlich das Drama einer Ordnung von Prozessen in der Zeit. In ihrer reinsten Form galt Musik - etwa als platonische "Sphärenharmonie" - als unhörbar, und war bereits in der Notation existent. Demgegenüber aber muß alle Musik in Hard- oder Wetware verkörpert respektive implementiert werden, um als Klang sinnlich vernommen werden zu können - und gleichzeitig ist dies nur eine Teilnahme einer viel umfassenderen Welt "unmusikalischer" Klänge und Geräusche.

[Die techno-logische Gretchenfrage dazu lautet: Ist der konkrete Klang lediglich eine Materialisierungsform von Musik als geistigem Konstrukt, oder gleichursprünglich mit ihr?]

Nicht dem tatsächlichen *computing* als Hardware-Ereignis, doch dem mathematischen Wesen der algorithmischen Maschine ist "Klang" uneigentlich. *Jeder* aus dem Computer emanierende Klang ist nicht

technologisch und signaltechnisch nativ, sondern eine Sonifikation *qua* Soundkarte und Lautsprecherperipherie, ein akustisches Interface (dem sich eine Tagung im Mai 2022 widmete⁴⁶⁰), aus purer Rücksicht auf die begrenzte Nachvollziehbarkeit komputativer Prozesse durch menschliche Sinne.

Anders aber sieht es für den Begriff der "Musik" aus - von der im Titel dieser Kurztagung bezeichnenderweise auch gar nicht die Rede ist.

Das, was der elektronische Computer verrechnet, sind zunächst keine Klänge, sondern zu Zahlen abstrahierbare Spannungswerte. Als operative Technomathematik steht der Computer damit in einem privilegierten Verhältnis zum (nicht nur) abendländischen Begriff von "Musik", die seit Pythagoras als gleichursprünglich zur Mathematik selbst begriffen wurde, seitdem es am Monochord hörbar wurde, wie ganzzahlige (Integer) Brüche mit musikalischer Harmonik resoniert. Dass in dieser Tradition Musik eine immer schon "mathematische" ist, hat Nikita Braguinski in einer kürzlichen Publikation erinnert, und insofern war techno-logisch nur konsequent (oder emphatischer: im *Technológos* bereits angelegt), dass diese Entwicklung einmal in manifester Computermusik enden würde. Alan Fabian hat eine entsprechende "Archäologie der Computermusik" verfaßt.⁴⁶¹

Zum intellektuellen Erbe der hiesigen Medienarchäologie gehört als Vor- und Mitdenker Friedrich Kittler, von dessen Werk *Mathematik & Musik* zwar nur die beiden Teilbände *Aphrodite* und *Eros* noch zu Lebzeiten vollendet und publiziert wurden, das aber mit einem Band namens *Turing-Zeit* enden sollte. Mit dem diskreten Computer stellt sich in der Tat die Frage, ob von "mathematischer Musik" (Nikita Braguinski⁴⁶²) die Rede sein soll, oder - als Gegenfrage - originär von musikalisierter Mathematik die Rede sein soll. Dies rückt den Digitalcomputer in den Blick, wenn er - mit medienarchäologischem Ohr vernommen - in seiner "algorhythmischen" Musikalität (Miyazaki) und impliziten Sonik⁴⁶³ verstanden wird. Seit Zeiten der Musikautomaten im arabischen

460 Workshop *Akustische Interfaces* vom 4. bis 6. Mai 2022 im Medientheater des Instituts für Musikwissenschaft und Medienwissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin; Ankündigungstext <http://www.hsozkult.de/event/id/event-113378>

461 Alan Fabian, *Eine Archäologie der Computermusik. Wissen über Musik und zum Computer im angehenden Informationszeitalter*, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2013, Reihe: Berliner Programm einer Medienwissenschaft

462 Nikita Braguinski, *Mathematical Music. From Antiquity to Music AI*, Oxford (Focal Press) 2022

463 Dazu Wolfgang Ernst, *Im Medium erklingt die Zeit. Technologische Tempor(e)alitäten und das Sonische als ihre privilegierte Erkenntnisform*, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2015

Mittelalter sind klangerzegende Maschinen im Prinzip - etwa durch Stiftwalzen, später Lochstreifen - auch programmierbar gewesen.⁴⁶⁴

"What was it like to create musical algorithms at the beginning of the 20th century, before the computer became a reality?"⁴⁶⁵ Erst mit ihrer Verkörperung im realtechnischen *computing* kommt die metamathematische "Komputation" zum Vollzug: radikal in der Zeit ("algorhythmisiert", mit Shintaro Miyazaki), und / oder als das eigentliche Instrument zur Analyse und Archäologie der musikalischen Theorie.⁴⁶⁶

Der Computer als *explizites* Musikinstrument

Der vollelektronische Computer bringt Musik nicht als Klangkörper hervor - den er aus akustischen Gründen schon gar nicht hat. Der Computer ist keine schlichte Eskalation klassischer Rechenmaschinen, also mechanisierte Mathematik, sondern vielmehr eine vollständige Mathematisierung des Maschinenbegriffs selbst. Seiner wesentlichen Definition zufolge vermag der Digitalcomputer als Turingmaschine alle anderen Maschinen (sofern sie als diskreter Zeichensatz beschreibbar sind) zu emulieren - also auch klassische Musikinstrumente. Hier ist es die eigentliche Maschine (oder Mechanismus) in der Maschine, nämlich verdinglichte Algorithmen alias Software, welche dies Hardware namens Computer auch im musikalischen Sinne als "Instrument" zu bespielen erlaubt.

Dass der Computer auch als Musik- oder Kompositionsinstrument gespielt werden kann, ist angesichts von Turings Definition der Universalen Maschine nicht verwunderlich, und Kittler zufolge hebt der Digitalcomputer alle bisherigen Medien (inklusive Analogcomputer) in sich auf, da er sämtliche Maschinen - sofern einmal als symbolischer Mechanismus diskretisiert - zu emulieren vermag.

Indessen kommt hier eine notwendige Ausdifferenzierung von Musik und

464 Dazu Shintaro Miyazaki, *Algorhythmisiert. Eine Medienarchäologie digitaler Signale und (un)erhörter Zeiteffekte* [Zugl.: Berlin, Humboldt-Univ., Diss., 2012], Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2013

465 "Book Description", <https://www.routledge.com/Mathematical-Music-From-Antiquity-to-Music-AI/Braguinski/p/book/9781032062198>, Abruf 25. April 2022

466 Zum komputativen, buchstäblich medienarchäologischen Nachvollzug antiker Musiktheorie siehe die Dissertation von Martin Carlé *Verzeitlichung des Unsäglichen. Die Dynamis des Aristoxenos als zeitkritische Systemik im melodischen Potenzialraum der Harmonie*, eingereicht März 2017, online abrufbar auf dem edoc-Server der Humboldt-Universität zu Berlin: <https://edoc.hu-berlin.de/handle/18452/20510>

Klang zum Zug, wie sie im alltäglichen Diskurs zumeist verschwimmt.

Ist der "Computer als Musikinstrument" die endgültige "Entkoppelung des physischen Spiels der Instrumente von der physischen Erzeugung der Klänge", wie Rolf Grossmann das Sampling definiert?⁴⁶⁷ Als Rechner hat der Digitalcomputer (anders als der Analogcomputer, die Schwester des Elektroakustischen Synthesizers) keinen physikalischen Bezug zum *sound*. Das Theorem der "impliziten Sonik" zielt vielmehr auf eine "Konzeptualisierung von Klang als unhörbare Entität"⁴⁶⁸.

In der pythagoreischen Tradition ist dem Digitalcomputer die Allianz von Musik & Mathematik bereits "latent eingeschrieben"⁴⁶⁹, nämlich in seinem Maschinenwesen als "Algorhythmus"⁴⁷⁰.

Nicht mehr technisch autonome Einzelmedien, sondern universales *computing* bestimmt die Lage. In dieser Situation emuliert der Computer inzwischen, etwa in Form von granularer Synthese, auch nahezu alle klassischen Musikinstrumente. "Neu ist diese Frage nicht, sie führt zurück in die Ära der Musikautomaten"⁴⁷¹, die bereits eine Form der Hardware-Programmierung darstellten, analog zum "Patchen" eines elektroakustischen modularen Synthesizers.

Klang- und / oder Musikeigenschaften des Computers

Für die Inkubationsphase real praktizierender Digitalrechner waren die hörbaren Rhythmen der elektromechanischen Relaisrechner einmal sprichwörtlich.⁴⁷² Inzwischen aber steht das Verstummen der Rechentechnik metonymisch für das Unsichtbar-Werden des Quellcodes diesseits (Nake) der Nutzer-Interfaces. Was auch immer aus dem Audioausgang ertönt, ist sekundärer, uneigentlicher Computersound; unerhört bleibt die implizite Sonik, das zeitkritische und "algorhythmische Abarbeiten der Bits" als die eigentliche Musikalität des

467 Rolf Grossmann, Distanzierte Verhältnisse? Zur Musikinstrumentalisierung der Reproduktionsmedien, in: Michael Harenberg / Daniel Weissberg (Hg.), Klang (ohne) Körper. Spuren und Potenziale des Körpers in der elektronischen Musik, Bielefeld (transcript) 2010, 184-199 (184)

468 Elektronische Kommunikation Jens-Gerrit Papenburg, 6. Juli 2020

469 In Anlehnung an einen Ausdruck von Grossmann 2010: 186

470 Shintaro Miyazaki, Algorhythmisiert. Eine Medienarchäologie digitaler Signale und (un)erhörter Zeiteffekte [Zugl.: Berlin, Humboldt-Univ., Diss., 2012], Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2013

471 Grossmann 2020: 187

472 Dazu Stefan Höltgen, Sound Bits. Computerarchäologische(s) Spiele(n) mit historischen Sound-Prozessoren, in: Paidia. Zeitschrift für Computerspielforschung, www.paidia.de

Computers.

Der Computer fungiert einerseits als Musikinstrument in dem Moment, wo er als Universelle Turingmaschine (UTM) andere spezielle Klangmaschinen emuliert. Doch selbst ist er ein "Musikinstrument" nur hinsichtlich seiner Technomathematik (Miazaki 2013). Auf dieser Ebene *ist* der Computer im Wesentlichen "musikalisch". Umso genauer sucht eine Medienarchäologie von *computer sounds* zwischen den Klang- und / oder Musikeigenschaften des Computers zu differenzieren.

Die diskrete Kodierung der Maschinenabläufe verbinden musikalische Notensysteme mit der Notierung von Algorithmen zum Zweck der Komputation; hier *ist* der Algorithmus bereits die (Musik-)Maschine (Turing 1937). Doch jedes Programm bedarf der Implementierung respektive des "Patch" mit realen Kabeln als Hardware, um in der Zeit vollzugsfähig zu sein und damit zur "Musik" zu werden. In dieser Hinsicht *ist* der Algorithmus eine musikalische Komposition, die Partitur des Computers, die indessen nicht notwendig als Klang emaniert.⁴⁷³

An die Materialität der innerkomputativen Musik erinnert zuweilen auch die explizite Nutzung des Computers als Klangkörper. David Wessels Komposition *Contacts Turbulents* wurde am Institute de Recherche et Coordination Acoustique/Musique (IRCAM) in Paris produziert und dort 1986 uraufgeführt. Ein medienarchäologisches *reenactment* (als Wiederaufführung) aber gestaltet sich schwierig: "Due to old computer systems and platforms, the original patches can't be processed any longer. Wessel implied different compositional ideas and also the technical set-ups were modified over time, therefore, the elements which define the composition are not clear. All performances were based on improvisation. There was no score and the interactive set-up did not allow to recreate the single actions taking place in the computer system during the concert."⁴⁷⁴ Hier trennen sich die medienarchäologische und die musikwissenschaftliche Sicht- respektive Hörweisen⁴⁷⁵, in der Unterscheidung von *Computersound* und -"musik".

473 Siehe etwa Miriam Ackermann, Instrument oder Komposition? David Wessels *Contacts Turbulents*, in: Christian Storich et al. (Hg.), *Reflexion - Improvisation - Multimedialität* (demnächst)

474 Miriam Ackermann, *Contacts Turbulents* by David Wessel. An analytical approach from a musicological point of view, in: *ICMC idea, Short papers 2013*, 232-235 (232), https://www.researchgate.net/publication/298981152_CONTACTS_TURBULENTS_BY_DAVID_WESSEL_AN_ANALYTIC_APPROACH_FROM_A_MUSICOLOGICAL_POINT_OF_VIEW, Abruf 3. April 2022

475 Zum medienarchäologischen *reenactment* vergangener elektronischer Musik siehe ferner Miriam Ackermann, *Historic performance practice in computer music - necessity or outrage?*, in: *Emille Journal*, No. 12, Seoul 2015

Ein mathematischer Algorithmus, also der Quellcode als Partitur, verfasst etwa in der maschinennahen Programmiersprache Assembler, kommt zur Ausführung erst als zeitdiskrete "Musik"maschine: Technomathematik - ganz analog dazu, wie eine musikalische Komposition sich sonisch erst als operative Implementierung in "klangfähiger Materie" (Hanslick) in der getakteten Zeit entfaltet.

Im Unterschied zur algorithmischen Musikalität des Digitalcomputers verfügte allein das japanische Parametron über eine "implizit sonische" Wesensform, insofern seine Binärrechnungen auf der Phasenverschiebung von elektronischen Schwingkreisen beruht.⁴⁷⁶

"[...] um für das Sprechen über Kunstmusikästhetisches in den Besitz mathematischer Universalmacht zu kommen, dazu machten Musikdenker sich in den 1950/60er Jahren ein informationstheoretisches Bildnis von Musik"⁴⁷⁷ - und gingen dabei gerade *nicht* vom akustischen Signal aus, das als epistemisches Ding am Monochord doch am Ursprung von Pythagoras' Theorem von Welt als Zahl stand. Es ist die konkrete akustische Materialität zu ihr jeweiliges ZeitReal, das es für Momente (Günther Anders) von der "historischen" Zeit enthebt und zu einem Ereignis nach eigenem (medien-)sonischen Recht macht. Der platonisch die reine Mathematik privilegierenden musikalischen Analyse steht ein Techn(a)lógos von Seiten des aktuellen Klangs entgegen: "Denn Musik *spricht* - im Wortsinne - nicht, wenn diese nicht in Diskursformationen wie Musiktheorie oder -ästhetik gedeutet wird, '[d]enn Musik ist Klang und spricht nicht für sich, wir sprechen für sie'."⁴⁷⁸ Das heißt: Zusprache statt gegen-seitiger "Appell" im Sinne eines Musikológos.

Aktive Medienarchäologie des Akustischen:

MEDIENAKTIVE ARCHÄOLOGIE DES AKUSTISCHEN

(Klang-)Signale aus der Vergangenheit: Nanophonographische Abtastung atomarer Oberflächen

Gleich den Radiosignalen von Pulsaren aus der (tiefen) Vergangenheit erreichen die Erde Nachrichten aus Galaxien, die schon Lichtjahre lang

476 Siehe Erich Schmitt, Das Parametron. Theorie und Schaltkreise, Garmisch-Partenkirchen (Moser) 1961

477 Alan Fabian, Informierte Musik. Informationstheoretische Musikbildnisse in den 1950/60er Jahren, in: Die Musiktheorie, 25.3 (2011), 223-234 (234)

478 Fabian 2011: 231, unter Bezug auf: Annette Kreutziger-Herr, "... leer im Inneren", in: Michael Haeflinger (Hg.), Lucerne-Festival. Begleitbuch zur Ausstellung, Luzern 2007, 14-25 (14)

verloschen sind; deren Schwingungen lassen sich audifizieren. Falls unter Audifikation die indexikalische Verklanglichung von Zeitverläufen gemeint ist⁴⁷⁹, betrifft dies die Welt der elektromagnetischen Signale - im Mikro- wie Makrozeitbereich.

Der Kehrwert von räumlich distanter Signalübertragung heißt deren zeitversetzte Aufzeichnung. Physikalische Signale, die aus der Tiefe des Weltalls auf die Erde treffen und in ihrer Kollision ein Ereignis bilden, hinterlassen - gleich einer phonographischen Aufzeichnung - immer auch Spuren, *records*. Aktive Medienarchäologie sucht, analog dazu, selbst unwillkürliche Klangüberlieferung, also die *mémoire involontaire* (Marcel Proust) des Akustischen zu entbergen. Antike Tonscherben-Rillen lassen sich nanotechnisch abtasten gleich Phonographie: "The question is, whether perhaps processes similar to [...] modern engraving in shellac may have occurred inadvertently during the past and may have preserved sonic artifacts of that time. To decode such information we devised a historical sound player (HSP) which is based on the principle of an atomic force microscope (AFM) where the three-dimensional topography of an object is scanned via a small stylus consisting of a cantilever spring and a cantilever deflection sensor. Electronics are used to amplify the difference signal and preliminary filtering together with a spectral analyser are meant to pick up meaningful signals out of the background noise."⁴⁸⁰ Der hochtechnische Sensor unterscheidet nicht zwischen Gegenwart und Vergangenheit; er kennt allein die Präsenz von Signalen.

Klangscherben: Eine Medienarchäologie des Akustischen

Medienarchäologie sucht den Massenmedien ihre Selbstverständlichkeit zu nehmen. Nicht die neueste Qualität elektronischer Klangtreue (durch Wellenfeldsynthese simulierte Raumakustik etwa) wird hier - wie auf jeder neuen Berliner Funkausstellung - verhandelt, sondern die Tatsache oder vielmehr das permanente technologische Wunder, daß überhaupt ein menschlicher Ton außerhalb des menschlichen Sprachapparats zustandekommt.

Der (und das) medienarchäologische Moment(um) ereignet sich, wenn eine Edison-Walze, eingeschoben auf die Mechanik des Phonographen und angetrieben von einem aufgezogenen Laufwerk, plötzlich zu

479 Siehe Thomas Hermann, Sonifikation hochdimensionaler Daten.

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

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

rauschen und Sprache sich darin abzuzeichnen beginnt. Auch wenn dieses Klangereignis nach kurzer Abspielzeit (120 Umdrehungen pro Minute) endet oder gar durch Abnutzung erlischt (es sei denn, Sigmund Freuds Interpretation des *Wunderblocks* kommt akustisch-palimpsestuell ins Spiel), zählt doch gerade die einmalige Erscheinung einer zeitlichen, eher übertragungstechnischen denn "historischen" Ferne, so hörbar nahe sie unseren unmittelbaren Ohren auch sein mag - die medienarchäologische Aura frei nach Walter Benjamin. "Tonscherben" einer zerborstenen Schellackplatte aber lassen sich kaum wieder abspielen, als akustische Ruine aus der Vergangenheit; sie verlangen nach mathematischer Extrapolation ihrer diskontinuierlichen Signale.

Technische Medien der Speicherung und Wiedergabe ermöglichen: das flüchtige gesprochene Wort, den Klang und überhaupt alle Formen von Akustik negentropisch festfrieren zu können, um sie bei Bedarf wieder aufzutauen. Die wirklich sonische Spur des Akustischen im Gedächtnis der Kultur wird (im Gegensatz zum Schreib-Lese-Prozess des Alphabets) nur faßbar, wenn sie mit genuin technischen Mitteln aufgenommen wird.

Stufe A dieses Prozesses stellt die spezifisch altgriechische Modifikation des phönizischen Konsonantenalphabets zum Vokalalphabet dar; Stufe B dann die (elektro)mechanischen Schriften wie Phonograph und Grammophon. Stufe C, das Magnettonband, bedeutet demgegenüber einen Bruch, denn hier macht die Schriftmetapher keinen Sinn mehr, weil es sich vielmehr um ein neues medienepistemisches Ding handelt, die elektromagnetischen Felder als Erbe der Forschung des 19. Jahrhunderts (Faraday, Maxwell, Hertz). Stufe D schließlich ist die digitale Kodierung von allem, ob Ton, Schrift, Zahl, Bild - die Zusammenfassung aller vorherigen Medien im Universalrechner.

Die Schallplatte dient vor diesem Hintergrund zugleich als Subjekt der (Klang)Archäologie und als Objekt einer Medienarchäologie des Klangs. Klangarchivierung im *double-bind* ist eine digitale Compact Disk von 1994 unter dem Titel *The Last LP CD*; das Original war noch als LP 1987 veröffentlicht worden, zusammengestellt von Michael Snow. Der Cover-Text sagt es: "The title of this album refers to the disappearance of the 33 1/2 rpm microgroove vinyl/stylus format [...] as an investigation into the effects [...] of "Western" recording technology on the world's few remaining, at the time of recording, ancient pre-industrial cultures. Technological forced obsolescence (in the case of sound recording: wax cylinders gave way to 78 rpm disks, to 33 1/2 LPOs to various magnetic tape systems, to the CD) interestingly resembles the effects of the technology based societies on the ancient traditional cultures. The [...] rare performances of *The Last LP* [...] continue to exist *only* through the medium of recording. *This* recording."

In Villiers d'Isle Adams Novelle *L'Eve future* (1880) bedauert der Erfinder Edison, daß nicht schon früher der Phonograph erfunden wurde; dann

hätte antikes Geräusch ("bruit") aufgezeichnet werden können.⁴⁸¹

Das epistemologische Begehren nach der apparativen Selbstaufzeichnung der Natur führte zur Photo- wie zur Phonographie; beide beruhen auf einem Schriftakt, der nicht mehr im Symbolischen nach Alphabet und Noten trennt, sondern im Realen Rillen aufzeichnet; beider Suffix ist also -graphie und der medienepistemische Sekretär ist am Ende der Kymograph.

Isidor von Sevilla bedauert: „Nisi enim ab homine memoria teneantur soni, pereunt, quia scribi non possunt.“⁴⁸² *Ex negativo* beschreibt Isidor damit die *grammophone* Implikation des griechischen Vokalalphabets. Aber in den sich drehenden antiken Töpferscheiben haben sich wohl immer akustische Frequenzen der jeweiligen Umwelt eingegraben, und der Münchener Nanophysiker und Direktor des Deutschen Museum, Wolfgang Heckl, hat zu dem Experiment eingeladen, es mit einem entsprechenden atomaren Plattenspieler auch wieder auszulesen. Als literarische Fiktion ist dies längst nachlesbar, in der Kurzgeschichte Gregory Benfords namens "Time Shards" (also "Scherben der Zeit"), offenbar inspiriert von einem Leserbrief in den *Proceedings of the I.E.E.E.* von 1969, dem Fachblatt des Institute of Electrical and Electronics Engineers.⁴⁸³

Benford bezieht sich auf die Töpfertechnik des *sgraffito*, welche Muster in drehende Töpferscheibe einritz und damit wortwörtlich *scratched* - ein jedem Vinyl-Dj heute vertrautes Phänomen. In der Kurzgeschichte gelingt es einem Forscher im Smithsonian's Institute Washington, einem Stück Keramik so die Aufnahme des Gesprächs zu entlocken, welches die Töpfer dabei führten, indem ein Tonspurabnehmer, gekoppelt an ein Computerprogramm, die eingedrückten akustischen Impulse nachfährt. Der Rand des Krugs, den Martin Heidegger so liebevoll beschreibt, enthüllt plötzlich einen Resonanzkörper, "buried among imperfections and noise" <94>. Das Oszilloskop zeigt die akustischen Schwankungen an: "The stylus whirled forward, it gently nudged into the jug, near the lip. Hart flipped a switch and studies the rippling, dancing yellow lines on the board oscilloscope. Electronic archaeology" (ebd.). Das Verfahren funktioniert, doch enthüllt es zunächst nichts als Hintergrundgeräusche.

Theodor W. Adorno höchstselbst hat mit geradezu medienarchäologischem Blick 1934 "Die Form der Schallplatte"

481 Ausgabe 1972: 35

482 Siehe Hans Robert Lug, Nichtschriftliche Musik, in: Aleida u. Jan Assmann (Hg.), Schrift und Gedächtnis. Beiträge zur Archäologie der literarischen Kommunikation, München (Fink) 1998, 245- (245)

483 Gregory Benford, Time Shards, in: xxx, 88-98. Benford bezieht sich in einer Vorbemerkung auf ein erstes Experiment in dieser Richtung: Dr. Richard Woodbridge, der dies diskutiert in einem Brief an die *Proceedings of the I.E.E.E.* (1969), 1465-1466

beschrieben.⁴⁸⁴ Er nennt dabei die Plattenrillen eine für Menschaugen "unlesbare Schrift", die nur von einem anderen Instrument entziffert werden kann - ein Kriterium genuiner Medialität. "Den Schlüssel zum eigentlichen Verständnis der Schallplatten müßte die Kenntnis jener technischen Akte liefern, die einmal die Walzen der mechanischen Spielwerke und Orgeln in die phonographischen verwandelten. Wenn man späterhin, anstatt „Geistesgeschichte“ zu treiben, den Stand des Geistes von der Sonnenuhr menschlicher Technik ablesen sollte, dann kann die Vorgeschichte des Grammophons eine Wichtigkeit erlangen, welche die mancher berühmter Komponisten vergessen macht."⁴⁸⁵

Adorno diagnostiziert hier, wie neben Natur und Kultur ein Drittes getreten ist, das nicht mehr (nur) den kulturwissenschaftlichen, sondern auch den medienarchäologischen Blick verlangt.

Im Unterschied zur rein symbolischen Notation durch Noten zeichnet das Grammophon akustische Ereignisse im Realen auf, selbst wenn sie keine sprachlichen oder musikalischen Artikulationen sind, analog zur Photographie und im Gefolge der präphonographischen Vorschleifspuren Chladni: "Daran hat die Physik ihren guten Anteil: zumal die Chladnischen Klangfiguren, auf die bereits - nach der Entdeckung eines der wichtigsten gegenwärtigen Ästhetiker - Johann Wilhelm Ritter als auf die Schrift[...] des Klanges hinwies."⁴⁸⁶

Heckl hat am Helmholtz-Zentrum für Kulturtechnik der Humboldt-Universität einmal folgendes Gedankenspiel entwickelt: Angenommen, eine junge Frau sitzt an einer Töpferscheibe, damals im antiken Griechenland, und während diese Scheibe sich dreht, ritzt sie geometrische Muster (Frequenzen) hinein. Aber neben dem, was sie absichtlich eingraviert, schreibt sich vielleicht ganz unabsichtlich ein anderer *groove* ein, denn die Absicht des Menschen ist das Eine, die Physik hinter seinem Rücken ist etwas anderes. "Auch Stifte und Kämmen und Hände sind, wenn jemand singt oder ein Instrument spielt, gewissen mikroskopischen oder nanoskopischen Bewegungen ausgesetzt. Kurz, wir machen einfach winzig kleine Spuren." Fragt Friedrich Kittler, der dieses Gedankenexperiment mit Blick auf Homers *Odyssee* auf die Spitze treibt: "Warum soll nicht die Stimme der beiden Sirenen, wenn jemand von ihnen sang, sich eingeschrieben haben?"⁴⁸⁷ Eben so, vielleicht - grammophon. Heckl spekuliert über einen nano-physikalischen

484 In: ders., GW, Bd. 19: Musikalische Schriften VI, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 1984, 530-523

485 Theodor W. Adorno, Die Form der Schallplatte [1934], in: GW, Bd.19 (Musikalische Schriften VI), Frankfurt / M. (Suhrkamp) 1984, 530-534 (532)

486 Adorno 1934/1984: 533

487 Friedrich Kittler, Das Alphabet der Griechen. Zur Archäologie der Schrift, in: Knut Ebeling / Stefan Altekamp (Hg.), Die Aktualität des Archäologischen in Wissenschaft, Medien und Künsten, Frankfurt / M. (Fischer) 2004, 252-260 (260)

Plattenspieler, um "fossile Stimmen" wieder zum Klingen zu bringen: "An experiment is proposed to evaluate the possibility of decoding sound, especially voices or music, that may have been inadvertently recorded in suitable media (e. g., earthenware) any time in the past, during the process of craft-making. It is based upon the concept of an atomic force microscope [...] or stylus profilometer, similar to a record player."⁴⁸⁸

Die medienarchäologische Parabel, welche digitalisierte Nanophysik heute mit der Findung des Vokalalphabets in Altgriechenland verbindet, ist eine direkte: "For example, could be possibly be capable of retrieving Homer's Iliad, from which there is no original - only a written form - because it was sung?" <ebd., 294>. Heckls Ziel ist "the possibility of using sound as a totally new source of information (besides artifacts or writing) about human culture and heritage from various historical periods" <ebd., 293>. Die medienarchäologische Reise wäre also nach Lefkandi vor Athen, wo aller Voraussicht nach Homer gesungen hat⁴⁸⁹, um dort frühe Scherben zu finden - vielleicht aus dem Schutt jener Grabungen, die von britischen Archäologen dort längst unternommen wurden, um sie dann in Heckls Labor nanotechnisch abtasten zu lassen. Wenn Homer in Lefkandi gesungen hat, wird er wieder hörbar sein.

"The possibility of inscribing [...] chocolate has been recently demonstrated by a manufacturer of Christmas gifts in Perpignan, France [...]. The record, however, must be refrigerated prior to playing."⁴⁹⁰

Allerdings ist dies schon von der Schokoladenfirma Stollwerck um 1900 in Köln praktiziert worden, zu Werbezwecken (wo auch ein erster Film als neuestes Werbemedium schon 1895 unverzüglich in Deutschland zum Einsatz kam).

Die Kehrseite dieser Versuchsanordnung ist eine Botschaft an die Zukunft; Heckl erinnert an das SETI Programm (Search for Extra Terrestrial Intelligence) durch die Planetary Society in Pasadena, Kalifornien. Von dort aus wird der fortdauernde Versuch unternommen "to communicate the diversity of our planet's cultures and life to other intelligent species via noise messages digitally stored on a golden phonograph record and send aboard the Voyager 1 and 2 spacecrafts. In a similar way, the records we now possess are inscribed with the soundscapes of the past and are perhaps only waiting to be retrieved" <ebd., 297>. Das dabei auftretende Problem ist jedoch, Ordnung von Rauschen zu unterscheiden: "This would most likely involve a sophisticated frequency analysis, using computational Fourier transform methods, in order to distinguish between random sound fluctuations, white noise, and true information with meaningful pattern (pattern

488 *Abstract* seines Aufsatzes "Fossil Voices", in: *Durability and Chance. The Science, Responsibility and Cost of Sustaining Cultural Heritage*, ed. W. E. Krumbein et al., London: John 1994, 292-298)

489 Siehe Powell 1990

490 Heckl 1994: 296, Anm. 4

recognition)" <ebd., 293>.

Eine Kurzgeschichte von Gregory Benford beschreibt es unter dem Titel "Time Shards" in Rekurs auf die ehrwürdige Töpfertechnik des *sgraffito*. Bei dieser Technik wird ein Muster mit Draht in die Tonmasse aus der sich drehenden Töpferscheibe eingeritzt: "It was an ancient, common mode of decoration - incise a seemingly infinite series of rings, and the pot turned beneath the cutting tool. The cutting tip revealed a differently colored dye underneath, a technique called sgraffito, the scratched. It could never have occurred to the Islamic potters who intended sgraffito that they were, in fact, devising the first phonograph records."⁴⁹¹

In der buchstäblichen Fiktion gelingt es einem Forscher im Smithsonian's Institute Washington, einer mittelalterlichen Keramik so die Aufnahme des Gesprächs zu entlocken, welches die Töpfer dabei führten, indem ein Tonspurabnehmer, gekoppelt an ein Computerprogramm, die eingedrückten akustischen Impulse nachfährt. "Buried among imperfections and noise, eroded by the random bruises of history" <94>. Das Oszilloskop zeigt die akustischen Schwankungen: "The stylus whirled forward. It gently nudged into the jug, near the lip. Hart flipped a switch and studies the rippling, dancing yellow lines on the board oscilloscope. Electronic archaeology" <94>.

Benford selbst bezieht sich auf ein erstes Experiment in dieser Richtung.⁴⁹² Das Verfahren funktioniert, doch enthüllt es zunächst nichts als Hintergrundgeräusche. Theodor W. Adorno höchstselbst widmete der "Form der Schallplatte", d. h. ihren Rillen, eine eigene Betrachtung - wie sie heute als Retro-Effekt gegenüber den Compact Disks als digitalen Tonträgern eine medienarchäologische Renaissance feiern.

1889 zeichnete der Komponist Brahms auf Thomas Edisons Phonographen ein eigenes Klavierwerk auf, u. a. einen Teil des Ungarischen Tanzes Nr. 1; damit ist erstmals eine Komposition nicht allein auf der symbolischen Ebene der Notation, sondern im Realen des Akustischen überliefert. 1935 wurde eine Langspielschallplatte direkt von diesem Wachsylinder geschnitten, doch das Exemplar in der British Library. Doch diese Musik ist dermaßen verrauscht, daß "selbst den meisten musikalisch gebildeten Zuhörern entging, daß es sich überhaupt um eine Klavieraufzeichnung handelte"⁴⁹³. In diesem Moment kommt Medienarchäologie aktiv ins Spiel - nicht als Mediengeschichte, sondern

491 Gregory Benford, *Time Shards*, in: *Universe 9*, hg. v. Terry Carr, New York (Fawcett) 1979, 88-98 (92)

492 Richard Woodbridges Brief an die *Proceedings of the I.E.E.E.* 1969, 1465-1466

493 Jonathan Berger, zitiert nach: Barbara Burke Hubbard, *wavelets. Die Mathematik der kleinen Wellen*, Basel (Birkhäuser) 1997, 112; siehe J. Berger / C. Nichols, *Brahms at the Piano*, in: *Leonardo Music Journal* Bd. 4 (1994), 23-30

als Entdeckung von Kultur mit Mitteln hochtechnischer Meßmdien. "Das ist wie eine archäologische Grabung, die man behutsam freilegen muß", kommentiert R. R. Coifman angesichts der Ausgangslage <zitiert ebd.>. An der Yale School of Music wurde das Wavelet-Verfahren (vormals vorrangig zur Komprimierung bei der Datenspeicherung und -übertragung oder zur militärischen Filterung von Radarinformation, etwa zur Unterscheidung von Panzern und Felsbrocken eingesetzt) nun zur Befreiung der Brahms-Aufnahme von Rauschen bemüht. Unter Rauschen wurde dabei gerade unter Absehung oder besser: Abhörung aller musikalischen Semantik zunächst alles subsumiert wurde, was nicht wohlstrukturiert ist; wohlstrukturiert bedeutet demgegenüber das, was mit wenigen Zeichen, einem Algorithmus wie dem der optimalen Basis", auszudrücken ist <Hubbard 1997: 113>. Sogleich erschloß sich den Ohren, daß Brahms in einigen Takten von der eigenen Partitur erheblich abwich.⁴⁹⁴

Phonautographie als Fixierung flüchtigen Klangs (Léon-Scott)

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

Die hinsichtlich der Reproduktion von akustischen Ereignissen als "analog" zu bezeichnenden Medien von Präsenzerzeugung vom Phonographen aufwärts leisten auf der Ebene des Realen, was im Symbolischen eintrainiert, aber bislang nur als imaginärer Effekt von Buchstabenlektüren realisierbar wurde: die Vergegenwärtigung von Stimmen (aus) der Vergangenheit.

Die erste technische, nicht schlicht symbolische Stimmaufzeichnung (das Kinderlied "Mary had a little lamb") erfolgte bekanntlich als bewußtes Experiment durch Thomas Alva Edisons Zinnfolien-Phonographen 1877. Als historische Quelle ist dieser Moment in einem Nachvollzug durch Edison höchstselbst gegeben, als er in hohem Alter in einem frühen Tonfilm jenes Lied noch einmal in einen Phonographen sang.

Steht diese Stimme in einem gleichursprünglichen Verhältnis zur primären Aufnahme? *Arché* (ein Kernelement im Begriff der Medienarchäologie) meint keinen (technik-)historischen Beginn, sondern ein Prinzip. Die tatsächlich früheste Tonaufzeichnung aber ist uns (im Sinne Johann Gustav Droysens) als Überrest, nämlich als Akt unabsichtlicher Überlieferung durch Léon-Scotts "Phonautographen" auf

494 Abbildung 5.2 in: Hubbard 1997: 113

einem sich drehenden Zylinder (Kymographen) - zu phonetischen Analysezwecken gegeben.⁴⁹⁵ Fast sämtliche späteren Massenmedien sind Meßmedien entsprungen; daran erinnert die erste dieser Aufnahmen überhaupt, Scotts Aufnahme eines Stimmgabeltons mit einer Frequenz von 435 Hz, 1859.

Erst aktive Medienarchäologie, wo technische Medien selbst als aktiven Archäologen handeln, entbarg nachträglich wieder jenen Ton, der seinerzeit allein als Visualisierung und damit Analysierbarkeit dieses akustischen Ereignisses gedacht war.

Patrick Feaster und den Radiohistoriker David Giovannoni gelang die (Re-)Sonifizierung weiterer phonautographischen Schallbilder Scotts. 150 Jahre später also dämmerte der Forschung, daß mit optischer Einlesung solche akustischen Signallinien auch wieder in Klang re-synthetisiert werden können. Erst die Möglichkeiten digitaler Signalverarbeitung memorieren damit Klänge der Vergangenheit, die so nie Gegenwart waren. Und siehe da, wieder erklingt ein Kinderlied:

Aufnahme Lèon-Scotts vom 8. April 1860, Paris: Das Lied "Au clair de la lune, Pierrot répondit"; *online* unter:
<http://www.firstsounds.org/sounds/1860-Scott-Au-Claire-de-la-Lune-09-08.mp3>

Was hier wie die Abtastung der Schallbilder mit einer "virtuellen, digitalen Grammophonnadel"⁴⁹⁶ erscheint, ist tatsächlich eine Abtastung der neuen Art: digitales Sampling.

Doch aktive Medienarchäologie geht noch weiter, indem sie selbst unwillkürliche Klangüberlieferung, also die *mémoire involontaire* (ein Begriff von Marcel Proust) des Akustischen zu entbergen aufruft: "Only since Edison and Berliner do we know of some simple principles of how to store sound. The question is, whether perhaps processes similar to this modern engraving in shellac may have occurred inadvertently during the past and may have preserved sonic artifacts of that time. To decode such information we devised a historical sound player (HSP) which is based on the principle of an atomic force microscope (AFM) where the three-dimensional topography of an object is scanned via a small stylus consisting of a cantilever spring and a cantilever deflection sensor. Electronics are used to amplify the difference signal and preliminary filtering together with a spectral analyser are meant to pick up

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

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

meaningful signals out of the background noise."⁴⁹⁷

Wie eine antike zerbrochene Vase: Lichttonscherben

Das Augustinermuseum in Freiburg verwahrt nicht nur 50 nachbearbeitete Oszillogramme von Tonaufnahmen der realen Orgelpfeifen, sondern auch das Fragment einer originalen Scheibe der Lichttonorgel Edwin Weltes. Diese Scheibe stellt (in doppeltem Sinne) eine Tonscherbe dar.⁴⁹⁸

Parallel ist dazu im Technischen Museum Wien eine Reihe von Scheiben des "Superpianos" von Spielmann erhalten, mit zwei Arten von Tonmustern.

Ursprünglich war im Vorfeld der Ausstellung *100 Jahre Welte Mignon* eine materiale, physische Rekonstruktion einer Abtasteinheit geplant, um die vorliegenden Materialien wieder zum Klingen zu bringen. Doch "nachdem eine eindeutige mathematische Beziehung zwischen den Schwärzungsgraden der Vorlagen und dem Kurvenverlauf der Tonspannung besteht, schien eine Softwarelösung realisierbar zu sein.

"Ausgehend von Digitalfotos der Oszillogramme und des erhaltenen Scheibenbruchstücks bzw. Scans der Spielmann-Scheiben wurden die Bilder zuerst in ein 'Binärformat' gebracht (reines Schwarzweiß). Der Anteil schwarzer Bildpunkte je Bildzeile entspricht exakt dem Kurvenverlauf der Toninformation"⁴⁹⁹ - eine Art Tonfernsehen.⁵⁰⁰ Dieses "Bild" (eher ein indexikalisches Diagramm) wurde mit einem von Donhauser selbstgeschriebenen Computerprogramm ausgelesen und in ein Wave-file umgewandelt.⁵⁰¹

"Letztlich stellt sich die Frage nach der Authentizität des auf diese Weise gewonnen Tonmaterials. Das in den 1930er Jahren verwendete Verfahren war 'analog', die mittels der Softwarere konstruierten Tondaten sind 'digital'. Die eingesetzte Datenrate von 44100 Abtastungen je Sekunde entspricht der allgemein üblichen Audio-CD-Qualität.

Digitale Signalverarbeitung (DSP) erlaubt die Wiederaufführung (oder

497 Wolfgang M. Heckl, Fossil Voices, in: The Soundscape Newsletter, Number 05, March 1993, *abstract*

498 Abbildung in: Donhauser 2007: 253, Abb. 7-8

499 Peter Donhauser, Elektrische Klangmaschinen. Die Pionierzeit in Deutschland und Österreich, Wien - Köln - Weimar (Böhlau) 2007, 253

500 Siehe Donhauser 2007: 253, Abb. 7-9: "Binärbild einer Periode der Spur "Trompete"

501 Siehe Donhauser 2007: 254, Abb. 7-10 "Oszillogramm des in ein Tonfile umgewandelten Bildes"; ferner ebd. Abb. 7-11: "Spektrum des Klages"

Emulation, gleich Analogsynthesizern als Software in PCs) elektroakustischer Klangereignisse, hervorgebracht durch entsprechende Medieninstrumente. Ein möglicher Einwand ist die Nicht-Rekonstruierbarkeit der entsprechenden Raumakustik des Gebäudes, in dem das Instrument zur Anwendung kam und das (kriegsbedingt) nicht immer überdauert hat; eine entsprechende Software erlaubt inzwischen jedoch genau diese raumakustische Rekonstruktion.

Zweitens "ist der Sinn eines elektronischen Instruments unter anderem die leichte Transportierbarkeit. Von einer Anpassung an den Raum war daher in den Unterlagen nie die Rede"⁵⁰². So entzieht sich Medienpräsenz und die Aktualität elektromechanischer Tonerzeugung dem sogenannten historischen Kontext.

Fernsehen von "Schall"platte: Der Computer als Medienarchäologe

Technische Medien sind nicht nur Gegenstand von medienarchäologischer Forschung, sondern zuweilen auch ihrerseits *medienaktive* Archäologen akustischen und visuellen Wissens. Damit zu John Logie Bairds Fernsehentwicklung, nämlich zur *techno-archaischen* Videoaufzeichnung frühester Fernsehbilder in England. Donald McLean beschreibt in seinem Buch mit dem doppelsinnigen Titel *Restoring Baird's Image*, wie jüngst auf wundersame Weise aus Plattenrillen vom Ende der 1920er Jahre bewegte Fernsehbilder ausgelesen werden konnten.⁵⁰³ Ein erster Blick auf das, was kulturell gemeinhin als Tonträger gedeutet wird, nämlich Platten mit einer Abspielgeschwindigkeit von 78 Umdrehungen/Sek., erhalten etwa im Archiv der BBC in London (dem Ausstrahlungsort von Bairds ersten Fernsehprogrammtestsendungen), läßt nicht vermuten, daß es sich hier nicht um Ton-, sondern Fernsehbilddokumente handelt. Die handschriftliche Notiz auf dem papierenen Label einer solcher Platte im Archiv der Royal Television Society, die Baird seinerzeit als Schenkung vermachte, weist die Spur: "Baird Phonovision Record, Made in 1928. Shows Man's head in motion". Ein dadurch angeleiteter Blick auf die schiere Konfiguration der Rillen und ihrer Vertiefungen läßt nun in der Zeit ein (bild?)rhythmisches, zeilenförmig figuriertes Muster erkennen.

Douglas Pitt von der britischen Narrow Bandwidth Television Association sandte dem um eine digitale Restauration solcher Phonovision-Bilder bemühten Donald McLean, der dort ein verbliebenes Exemplar solcher Bildplatten vermutete, auf Anfrage zunächst ein Audiotape mit dem, was angeblich Aufzeichnungen des 30-zeiligen Fernsehens aus der Zeit Bairds

502 Donhauser 2007: 256

503 Donald F. McLean, *Restoring Baird's Image*, London (The Institution of Electrical Engineers) 2000

waren: "He was enthusiastic about what the computer processing might achieve. The tape contained three recordings, one of which was supposedly of a woman smoking a cigarette. Despite my rudimentary processing, the woman was difficult to make out, though there was a white line apparently hanging down from her mouth. Could this be the cigarette?"⁵⁰⁴

An dieser Stelle kommt die medienepistemische Differenz zwischen analoger und digitaler Elektronik ins Spiel. "Video is fickle about being recorded on tape - especially when, like these 30-line recordings, it was recorded directly without processing. It could well have been that the copying process had distorted the video signal" <ebd.>, so daß sich McLean auf die Spur von Originalbildplatten, um sie direkt abtasten zu können. Warum Abtastung? "to transcribe them in a controlled fashion" <ebd.>. Das ist digitale Intelligenz; die medienarchäologische Methodik heißt in diesem Zusammenhang Transformation der elektromechanischen Signale in Information. Dann werden sie mit mathematischer Intelligenz (also algorithmisch) berechenbar und lassen sich durch Digital-Analog-Konversion wieder als Bild sichten. Was der "Ton"Abnehmer (pick-up) aus den Rillen der Platte in elektromagnetische Signale verwandelt, wird erst durch Abtastung im nachrichtentechnischen Sinne berechenbar, sprich: durch Sampling (was zugleich die Eskalation gegenüber Violas harmloser Begriffsverwendung der Einzeilenabtastung" markiert). Was hier aufblitzt, ist der Kern dessen, was sich hinter dem Begriff "Digitalisieren" verbirgt und im weiteren Sinne dann auch Optionen der Korrektur defekter historischer Film- oder eben auch Videoaufnahmen *off-line* erlaubt: "Sampling the smoothly varying signal is just that - capturing the value of the voltage at regular intervals. The frequency at which we sample the signal has to be sufficiently high to collect enough samples to build up a picture. Too few samples and we miss information; too many and we waste memory storage."⁵⁰⁵

Den kritischen (Zeit-)Punkt definiert hier die sogenannte Nyquist-Frequenz: "The frequency for sampling a signal should be a minimum of at least twice the maximum frequency within that signal" <ebd.>, um eine *signaltreue* Rekonstruktion des Signalereignisses zu ermöglichen.

McLean beschreibt unter dem Adjektiv "stable" das Sampling im Modus "sample-and-hold", also der ultrakurzen Zwischenspeicherung momentan abgetasteter Werte - das zeitkritische Mikrointervall:

"Taking samples of the voltage at regular intervals gives us a sequence of stable voltage values that we feed to the converter hardware. Each stable voltage value is converted into a number, represented in binary

504 McLean 2000: 60

505 McLean 2000: 108

notation to reflect the hardware implementation. The scale of these numbers is adjusted so that the extreme numeric range represents the extreme range of brightness values. For an 8-bit wide binary number, those extremes are 0 to 255, equivalent in binary notation to 00000000 and 11111111 respectively" (ebd.) - die digitale Bandbreite von Grauwerten.

Fehlerquellen im Falle von Bairds Phonovision-Plattenaufzeichnung liegen vor allem in der Phase und der Frequenz. Analysierbar werden sie mit Hilfe der Fourieranalyse - eine mathematische Technik, die eine komplexe Wellenform (sofern sie periodisch ist) in ihre einzelnen sinuidalen Wellenkomponenten aufzulösen. "Any complex waveform is made up from component sine waves (the harmonics) all with different features. Those features are amplitude, or the relative sizes of the sine waves, frequency, or how rapidly each of the sine waves change, and phase, or where each of the sine waves start in their cycle at the beginning of the waveform."⁵⁰⁶

Aus der Analyse in Synthese verwandelt (das Geheimnis des Massenmedienwerdens aller vormaligen Meßmedien wie Phonograph, Kinematograph und bildröhrenbasiertem, mithin oszilloskopischen Fernsehen), nistet hier auch die elektrophysikalische Realität des binären Codes: "We can create a simple square wave by adding the component parts - the odd harmonics - together in appropriate fractions. [...] The perfect square wave includes an infinite sequence of harmonics. In reality, any electrical system, whether it is an amplifier or even just a length of cable, has upper and lower limits on its frequency response" (ebd.). In McLeans Legende zu einem Amplituden-Zeit-Diagramm solcher Signale fassen wir einen Wesenszug des sogenannten Digitalen: "A simulated square wave built from the first four harmonics" (ebd.).

McLean beschreibt die wundersame Metamorphose von Signalen zu Information: "The stream of numbers is created into a list of values that are stored in the computer as a data file holding the raw, unprocessed data. The signal is now digital and is the starting point for digital signal and image processing" (ebd.). "Line by line, the correction values plot out the profile of errors in the signal's timing."⁵⁰⁷

In diesem Moment ist Medienarchäologie nicht mehr nur eine Methode menschlicher Medienwissenschaft, sondern (analoge) Medien werden (digitale) Medien erkannt, und der Computer mithin wird selbst zum Archäologen von Medienereignissen: "If it were not for computer technology, Baird's grammophone videodiscs would continue to be curiosities that merely hinted of a time before television as we know it. Their latent images would remain unseen and the information imbedded

506 McLean 2000: 119

507 McLean 2000: 93

in them would still be completely unknown."⁵⁰⁸ Dies ist wahrhaft medienarchäologisch gedacht, formuliert und argumentiert - eine um Informatik bereicherte Heideggersche *aletheia*. McLean widersteht (anders übrigens als Sigmund Freud in seiner Beschreibung der psychoanalytischen Erforschung des Unbewußten) der Metaphorik der Klassischen Archäologie als Grabungswissenschaft: "Unlike traditional archaeology, the artefacts are not embedded in layers of history but have existed in both private and public collections, largely ignored as curiosities" <McLean 2000: xvi>; Medienzeit ist eine Latenzzeit. Von daher ist Bairds *Phonovision* auch kein "dead medium" (im Sinne Bruce Sterlings), sondern ein Aggregat, das seines medientechnischen Vollzugs, mithin: seiner Mediumwerdung harrt - eine temporale Existenzform, die mit dem technologischen Akt der Induktion selbst zusammenfällt.

Medienaktive Sondierung akustischen Wissens (das Sonar)

Eine Medienarchäologie des Akustischen zielt einerseits auf den Gegenstand Schallwelten, meint aber ebenso die Erforschung des Akustischen *von Seiten* der technischen Physik und ihrer entbergenden Meßmedien.

Die Forschungspraxis der Unterwasserarchäologie beispielsweise "verdeutlicht ein rekursives Aufeinanderprallen von Technologien: Durch den Einsatz modernster Technologien (Sonar, GPS, EDM, etc.) werden Jahrtausende alte Schiffswracks auf dem Grund der Ägäis aufgespürt, durch bildgebende Verfahren erfasst und samt ihrer Güter registriert" <Exposé>.

Das Sonar tastet submarine Welten quasi-akustisch ab. In der Tat handelt es sich hier um akustische Medienarchäologie; Meßmedien selbst fungieren hier als Wissensarchäologen.

Es gibt ein bestimmtes Wissen, welches erst Meßmedien selbst hervorbringen; der Neologismus des *akustischen Wissens* gehört dazu: "The technique of listenting that became widespread with the diffusion of the telephone, the phonograph, and the radio early in the twentieth century were themselves transposed and elaborated from techniques of listenting developed elsewhere"⁵⁰⁹ - nämlich in den Experimentallaboren der linguistischen Phonetik, der auch Fernand de Saussures prä-digiale, differentielle Lehre des Signifikantenspiels der Phoneme entsprang.

In diesen Evidenzen aber tut sich ein Wissen kund, das nicht gleich in seiner diskursiven Relativierung als Funktion von Kulturhistorie aufgeht,

508 McLean 2000

509 Jonathan Sterne, *The audible past. Cultural origins of sound reproduction*, Durham, NC u. a. (Duke University Press) 2003, xxx

sondern welches aus einer prinzipiell schon vor-liegenden Latenz entborgen wird (die Figur der *aletheia*), also *arché* weniger im historischen denn vielmehr im zeitstrukturalen Sinn, als proto-chronologischer (Zeit-)Zustand.

Medienarchäologie der akustischen Kommunikation

Antike akustische Kommunikation, obgleich unwiederruflich verklungen, kann nachvollzogen werden selbst für Zeiten vor der Fixierung von Schall in der Phonographie.

Der Unterschied zwischen materiell überdauernder und symbolisch kodierter Überlieferung aus der Vergangenheit ist der zwischen Warentransport (und -lagerung) und Telegraphie. Im Sinne einer Nachrichtentheorie von alphabetisch kodierter Tradition ist "das elementare Schema der Kommunikation [...] nicht mehr `A übermittelt etwas an B', sondern `A modifiziert eine Konfiguration, die A, B, C, D usw. gemeinsam ist'"⁵¹⁰ - Arbeit am und im Archiv als diskreter Raum der symbolischen Ordnung begriffen wird.

Kanalgerechte Kodierung ist das kulturtechnische Verfahren der Kommunikation; die zeitliche Distanz wird durch intelligente Kodierung unterlaufen.⁵¹¹ Übertragungskanäle sind *medium* im ausdrücklichen Sinne der Nachrichtentheorie der Kommunikation. "Ein Kanal transportiert Energie, ein Code übersetzt Information."⁵¹²

Technologien der musikalischen Tradition meinen nicht primär die musikalische Philologie (Musiktheorie), sondern deren Materialität: "music-related material finds, such as excavated and otherwise conserved *sound artefacts* [...]"⁵¹³. Gleich dem Mechanismus von Antikythera zählt auch hier zum einen das materiale Äquivalent:

510 Pierre Lévy, Die Metapher des Hypertextes [1990], zitiert hier nach dem Auszug in: Claus Pias / Joseph Vogl / Lorenz Engell (Hg.), Kursbuch Medienkultur, Stuttgart (DVA) 1999, 525-528 (528). Zur Kritik an der Übertragungsmetapher im Namen der Nachrichtentheorie siehe Niklas Luhmann, Soziale Systeme, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 1984, 193-197

511 Dazu Roland Wenzelhuemer, "Less Than No Time". Zum Verhältnis von Telegrafie und Zeit, in: Geschichte und Gesellschaft 37 (2011), 592-613. Siehe auch Bernhard Siegert, Relais. Geschicke der Literatur als Epoche der Post, Berlin (Brinkmann & Bose) 1993, 289 f.

512 Bernhard Vief, Die Inflation der Igel. Versuch über die Medien, in: Derrick de Kerckhove / Martina Leeker / Kerstin Schmidt (Hg.), McLuhan neu lesen. Kritische Analysen zu Medien und Kultur im 21. Jahrhundert, Berlin (transcript) 2008, 213-232 (223)

513 Arndt Adje Both, Music Archaeology: Some Methodological and Theoretical Considerations, *abstract* zur Sommerschule des Berliner Antike-Kollegs *Musikarchäologie. Eine Einführung in das Studium antiker Musik*, 7./8. September 2014

"experimentally testing ancient playing techniques. In the case of original sound artefacts (or their replicas), their acoustic function and the basic acoustic characteristics of a once performed music can also be reproduced and analysed" - ganz im Sinne von Retro-Computing. Doch "[a]dditionally, acoustic spaces, such as architectural structures [...] are the subject of music archaeological studies" <ebd.>.

Ist die Antike verklungen? "Doch alle diese erwähnten Klänge erreichen uns nicht mehr."⁵¹⁴ Läßt sich antike Musik nicht rekonstruieren? "Alles, was wir heute noch sammeln könnten, wäre [...] zusammengesetzt aus Echos von einst und einzelnen Elementen der verklungenen Musik, aber ohne Form, ohne Gestalt, ähnlich der Scherben der sardischen Keramik, die das Meer beim versunkenen Kap Nora zermalmt und immer weiter siebt", heißt es in einer Geschichte der Flöte.⁵¹⁵ Wird eine solch melancholische Formulierung in die Messung von Signal-Rauschen-Abstand übersetzt, läßt sich der archäologische Befund genauer fassen.

Archäoakustik an sich ist kein medienwissenschaftliches Forschungsfeld. Dazu wird es in dem Moment, wo hochtechnische Meßmedien selbst zu aktiven Archäologen solch sonisch impliziten Raumwissens werden. Raumakustisches Wissen (das vielmehr als Kulturtechnik gilt) wird in solchen Meßmedien elektronisch eingefaltet und explizit - eine Archäoakustik zweiter Ordnung, nach dem Gesetz des Signalmediums.

Möglichkeiten und Grenzen einer Medienarchäologie raumakustischer Umwelten

Die geologische Forschung kennt das (implizit sonische) Verfahren der Archäoseismologie, als Simulation von Erdbeben aus der Epoche vor ihrer meßtechnischen Erfassung in einer Kombination von Schäden in archäologischen Befunden und der Modellierung seismotektonischer Szenarios ihrer Umgebung. Digitale Signalprozessierung, Wellenfeldsynthese und andere errechnete Dispositive erlauben inzwischen die virtuelle Rekonstruktion historischer Räume - etwa Stefan Weinzierls (Technische Universität Berlin) virtuelle Rekonstruktion des *Poème Électronique* von Edgar Varèse im Pavillion der Weltausstellung Brüssel 1958. Zahlreich sind die Ansätze, virtuell (also exklusiv im rechnenden Raum, nicht mehr abbildend oder aus dem Archiv reaktiviert) die Klanglandschaften historischer Umgebungen, etwa der Stadt Berlin um 1900, zu rekonstruieren. Doch so detailgesättigt eine solche sonische Rekonstruktion auch sein mag, die Ohren der Gegenwart sind seitdem anders *getuned*.

514 Raymond Meylan, Die Flöte. Grundzüge ihrer Entwicklung von der Urgeschichte bis zur Gegenwart, a. d. Französischen v. Ilse Krämer / Christiane Nicolet, 4. erw. u. durchges. Aufl. 2000, Mainz (Schott Musik International) 2000, 9

515 Meylan 2000: 10

Die positivistische Simulation vergangener akustischer Räume ist illusionäre und gerade nicht das, was Marshall McLuhan unter "acoustic space" verstand. Die ungleich schwierigere Herausforderung liegt darin, *time-tuned sound* zu erzeugen.

Medienarchäologie altgriechischer Musiktheorie

Das Wissen über altgriechische Musik ist 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 Helmholtz⁵¹⁶. Archäologische Funde im klassischen Sinne haben diese Lage zwischenzeitlich verbessert, doch ein qualitativer Sprung in neuartigen Zugangsweisen zu antikem Wissen von *mousiké* liegt in einer anderen Archäologie von Gnaden der programmierbaren Medien selbst: Sie machen bislang unspielbare theoretische Annahmen über altgriechische Musikstimmung, gerade weil sie im Kern auf der Gleichstellung von Musik und Mathematik beruhen, im rechnenden Raum durch digitale Signalverarbeitung nachvollziehbar und lassen dieses Wissen an der Schnittstelle Maschine-Mensch phänomenologisch wiederum sonisch erklingen. Konkret wird dies etwa der Einsatz der Programmierumgebung SuperCollider zum Wiederspiel altgriechischer Musikstimmung. Der Wissenszusammenhang von Musik & Mathematik wird damit reaktualisiert im Computer. Hier schreibt sich keine Wissensgeschichte fort, sondern ein antikes Wissen kehrt medienarchäologisch wieder ein - ein durchaus unhistorisches Zeitverhältnis.

In der altgriechischen Lyra als "Sinnbild der Einheit von Kunst und Wissenschaft" (Carlé) erklingen Töne als sonisches *computing*. "Hegels spekulative Phänomenologie hat den philosophischen Grundlagenstreit der Differenz zwischen Rechnen und Hören - der Sonifikation von Zahlen und den Sonifikationen des Geistes - aufgegriffen, der sich im Rückgang auf Platon in das Gleichnis der Lyra als Rechenmaschine verdichtet."⁵¹⁷

Auf diese Lage reagiert eine medienarchäologische Methode. Carlé hat das ebenso epistemologische wie sonische "Sinnbild" der Lyra als Rechenmaschine mit der elektronisch erweiterten Rekonstruktion eines archaischen Barbitons realisiert: "Vor dem veränderten Hintergrund unserer heutigen »Natur des Rechnens« inszeniert es ein medienarchäologisches Re-enactment, das einen »geheimen Gehörgang

⁵¹⁶ Hermann von Helmholtz, Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik, Vieweg 1913, 444

⁵¹⁷ Aus einer Zusammenfassung der Dissertation von Martin Carlé im Rahmen der 10-Jahres-Feier des Studiengang Medienwissenschaft an der Humboldt-Universität zu Berlin, *online xxx*

der Geschichte« öffnet, indem es die phänomenologische Differenz auf ihren Ursprung in einer zeitkritischen Differenz zwischen mathematischen Modellen und spekulativen Simulationen zurückübersetzt" (ebd.).

Die phänomenologische Inkommensurabilität von Rechnen und Hören resultiert aus der Konzeption von Melodie als zeitkritischer Algorithmus. Aristoxenos von Tarent hat die Stimmung der Lyra in Antizipation des Husserlschen Gedankengangs als Feld eines dezidiert eigenzeitlichen Prozesses beschrieben; dies wissend zu erinnern gelingt erst einem seinerseits zeitkritischen, mathematikbegabten Medium: "Als Zeitmaschine, die jene zwiefach anachronistische Übersetzungsleistung vollbringt, dient die musikalische Echtzeitprogrammierungsumgebung SuperCollider. Mit ihr wird die Theorie der »Harmonischen Elemente« des Aristoxenos in der Art implementiert, dass sie zur Laufzeit der Melodie die spekulative Tätigkeit des Gehörgangs durch ein systematisches Netzwerk modulierender Skalen analysiert und das Ergebnis als rein intonierte Melodieschritte per pitch-shifting in die physikalische Klangrealität zurückspielt" (Carlé ebd.).

Die medienarchäologischen Verfahrensweisen der instrumentalen Audifikation und komputativen Sonifikation schlagen aus dem technisch dynamisierten Verhältnis von Sein und Gehör epistemologische Funken und ziehen daraus medientheoretische Rückschlüsse.

Die antike Lyra ist aus dieser Perspektive nicht schlicht ein Objekt aus dem Museum historischer Musikinstrumente, sondern erweist sich als epistemisches Ding, das die Physis (mit der Zahl) einfängt. Die Methode der Medienarchäologie erlaubt es, tatsächlich in diese Zeit zurückzuspringen. Dies meint einerseits im "historischen" Sinn: zurück nach Altgriechenland, die Lyra nachzubauen, die archäologische Evidenz darüber zu kennen; andererseits meint dies im gleichursprünglichen Sinn: sich darauf einzulassen, wie die schwingende Saite immer wieder neu zugleich (und ursächlich verschränkt) dieses medienarchaischen Wissen und diese altgriechischen Gedanken nahelegt.

Das Meßmedium der Helmholtz-Doppelsirene macht ein Zurückspringen in der (oder besser die) Musikgeschichte möglich, indem es Klänge mit Zahlwerten zu verrechnen erlaubt. Die Symboltechnik der altgriechischen Musiknotation war "parasemantisch" (so der Begriff von Aristoxenos), weil bereits mathematisiert (der Zusammenhang von Zahl, Zeit, Physis). Dieser Ansatz aber scheitert an der begrenzten Reichweite und Option der seinerzeit zur Verfügung stehenden Vollzugsorgane; auch avancierte Kulturtechniken sind noch keine Medien im (hoch)technischen Sinn.

Die Analyse der altgriechischen Musikmathematik erfordert ein erneutes Zurückspringen, diesmal unter umgekehrten Zeitvorzeichen, ahistorisch: aus Altgriechenland in die Gegenwart des Computers. Das altgriechische

Wissen um den Zusammenhang von Musik und Mathematik wird heute erst einholbar durch hochtechnische Medien, etwa mit MIDI Kodierung. Ausgerechnet die dominante symbolverarbeitende Maschine der Gegenwart zeitigt somit eine privilegierte Nähe zur antiken Theorie der Allianz von Musik & Mathematik. Beide stellen diesen Zusammenhang im Vollzug her, einmal "musikalisch" (Antike), einmal signalprozessierend (Gegenwart).

In Kulturhistorie und Wissensarchäologie sind zwei verschiedene Zeiten am Werk, wie es anhand von Musik manifest wird. Die Rekonstruktion des Entwicklungsgang des griechischen Tonsystems war lange in ihre musikphilologischen Grenzen verwiesen: "[S]o 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."⁵¹⁸ Eine historisierende "Beziehung auf die Geschichte der Musik", so Helmholtz weiter, „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 alles nicht kannten, was uns von Jugend auf geläufig ist, und es erst zu suchen hatten“⁵¹⁹.

Neue archäologischen Befunde, in Kombination mit einer Medienarchäologie von Tönen und Melodien mit digitaler Signalverarbeitung, gewähren hier eine neue Lage. "[S]eit 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 re-istanziieren, 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"⁵²⁰ - eine Entdeckung, die auch der junge Karlheinz Stockhausen mit der Analyse und Synthese elektronischer Klänge machte.⁵²¹

518 Hermann von Helmholtz, Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik [1863], Braunschweig (Vieweg) 1913, 444

519 Helmholtz 1863 / 1913: 411

520 Martin Carlé, Geschenke der Musen im Streit ihrer Gehörigkeit. Die antike Musiknotation als Medium und Scheideweg der abendländischen Wissenschaft, im Themenheft "Peri mousikês epistêmês". Das Wissen der Griechen von der Musik in den Disziplinen der Gegenwart, xxx

521 Siehe Karlheinz Stockhausen, Texte zu eigenen Werken, zur Kunst Anderer,

Zwischen experimentalem Nachvollzug und historischer Differenz: Medienarchäologie antiker Musiktheorie

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

Gerade weil Klang als Medienvollzug physischen Gesetzen und Beschränkungen unterliegt, steht technomathematische Medienzeit eher auf Seiten der Ahistorizität von Logik denn auf Seiten von Kultur- als Ideengeschichte. Von daher heißt der durch van der Waerden gewiesene Weg nicht allein altphilologische Fachlektüre, sondern auch medienarchäologischer Nachvollzug. Zugleich steht damit die Medienarchäologie des Akustischen auf Seiten der exakten Wissenschaften. Viele der aus der Antike überlieferten Anekdoten über die Beobachtungen, die Pythagoras zu seiner musikmathematischen Einsicht führten (harmonische Hammertöne auf dem Amboß, diverse Gewichte als Spannung angeschlagener Saiten), standen ungeklärt im philologischem Raum abendländischen Wissens. Ihr Test (und ihre Widerlegung) lag erst im (medien-)technischen Nachvollzug: Marin Mersenne stellt 1636 beide Versuche nach und durchmißt sie mit reellen Zahlen. Was hier aufscheint, ist das *double-bind* aller Medienarchäologie: einmal (menschenseits) mit einem irreduziblen historischen Index versehen zu sein (für den resultiert, daß methodisch mit strengsten Mitteln der Geschichtswissenschaft zu forschen ist), zum Anderen aber einer technischen Existenz anzugehören, die Gesetzen invariant zur Historie unterliegen. Wissen als Überlieferung (Wissensgeschichte) stößt in dieser Kluft auf ihr technisches Korrektiv.

Die non-historische Aktualisierung antiquierter (elektro-)akustischer Medien

Die Historizität früher elektronischer Musik hängt nicht an der idiosynkratischen Darbietung wie ein Klavierstück aus der Epoche Mozarts. Elektronische Musik lag und liegt als Studioproduktion nicht als progressiver Vollzug, sondern erst in der finalen Aufzeichnung und

Komposition (z. T. Mehrspur) auf Tonband vor und wurde als solche zur Ausführung gebracht. Liegen diese Tonbänder heute vor, vollzieht sich technohistorisch eine Gleichursprünglichkeit der Ausführung, ein gleichursprünglicher (Nach-)Vollzug.

Das radiophone Gedächtnis aber ist dem öffentlichen Zugriff weitgehend entzogen: "Mit Beginn des digitalen Zeitalters, verschwanden nach und nach Hunderttausende Kilometer Magnetband samt ungezählter Reportagen, Hörspiele, Features und Musikaufnahmen in den Archiven - viele auf Nimmerwiederhören."⁵²² Es gilt dabei nicht nur, dieses Klangarchiv erschließen, sondern aus Digitalisierung (der Not der Überlieferungssicherung degradierender Tonbänder entsprungen) eine Tugend zu machen, nämlich zugleich neue Formen soundbasierter Suchmaschinen zu kultivieren und Experimentalplattformen dafür zu schaffen - für eine aktive *Medienarchivologie* des Akustischen.

Zunächst liegt im heutigen Aufführen etwa eines historische Hammerklaviers von ca. 1790 mit einer (damals zeitgleichen) symbolisch übermittelten (als Notenwerk überlieferten) Musikkomposition und der Wiederinstandsetzung eines antiquarischen Röhrenradioempfängers im operativen Vollzug eine Strukturnähe. Die Differenz besteht im Unterschied zwischen Niederfrequenz und Hochfrequenz: Während die Mechanik des Klaviers in unmittelbarer Kopplung von menschlicher Taktilität (Klaviaturspiel) und mechanischer Schwingungserzeugung im Körper der Instruments liegt - transitiv für den Menschen also sowohl im Bespielen wie in der akustischen Wahrnehmbarkeit von ca. 16 Hz bis 20000 Hz -, ist diese Taktilität (das "Tunen" des Drehkondensators etwa) und die Wahrnehmbarkeit (aus dem Lautsprecher) bereits eine Rückübersetzung der Elektronik an den Menschen (also bereits ein Interface); die eigentliche elektromediale Operation liegt auf einer für den Menschen nicht wahrnehmbaren Ebene der HF-Sendung (Erzeugung und Empfang).

RAUMAKUSTISCHE SIMULATION. Medienarchäologie als "historische Hilfswissenschaft" der Akustik

Quelle versus Überrest (Droysen)

Geschichtsforschung behandelt Vergangenheit wie ein unwillkürliches Sendersystem, dessen Empfänger die forschenden Historiker selbst sind - ein telekommunikatives Dispositiv (gleich Radiosignalen). Dieser Kommunikationsbegriff ist aus der Nachrichtentechnik vertraut, in der - je nach analogem oder digitalen Verfahren - neben originären Buchstabenfolgen (Texten) auch Klänge und Bilder als aufmodulierte oder

⁵²² Das Radio als Welterzähler. Ein Nachruf auf die Magnetbandzeit, Radiofeature von Helmut Kopetzky/DLF/SR. SR 2 KulturRadio, 21.11.2009

auch symbolisch kodierte Daten übermittelt werden, etwa Radiosignale.

Johann Gustav Droysen differenziert zwischen genuin zur Tradition bestimmten Zeugnissen und solchen, die ihrerseits rein gegenwartsaktual waren, sogenannte Überreste. Überreste sind "alles, was unmittelbar von den Begebenheiten übrig geblieben ist"⁵²³; ihr Charakteristikum ist die Unabsichtlichkeit der Überlieferung. Überreste bilden also jenes Quellenmaterial, "das von den Geschehnissen unmittelbar - also ohne das Medium eines zum Zweck historischer Kenntnis berichtenden Vermittlers - übrig geblieben ist"⁵²⁴. Es handelt sich also nicht um einen Kanal im Sinne der Nachrichtentheorie, sondern etwa um verlassene, mithin schweigende Räume.

"Heutzutage ist die Geschichte das, was die *Dokumente* in *Monumente* transformiert und was dort, wo man von den Menschen hinterlassene Spuren entzifferte, dort, wo man in Aushöhlungen" - und sei es das Schweigen ehemaliger akustischer Räume - „das wieder zu erkennen versuchte, was sie gewesen waren, eine Masse von Elementen entfaltet, die es zu isolieren, zu gruppieren, passend werden zu lassen, in Beziehung zu setzen und als Gesamtheiten zu konstituieren gilt."⁵²⁵ - keine Geschichtserzählungen also. Archäologische Beschreibungen nehmen vielmehr ihren Ausgang in Monumenten, deren kleinste Elemente heute *binary digits* darstellen.

Geschichtsforschung als Signalprozessierung

Alle überkommenen Signale aus der realen Welt der Vergangenheit sind potentielle Quellen für Geschichtsforschung - so hypothetisch die daraus resultierenden Interpretationen auch sein mögen. Diese Signale teilen sich (wie auch aus der Nachrichtentheorie vertraut) in zwei Varianten der (kultur-)technischen Übertragung: zum Einen arbiträr kodierte Daten in Form von (im weitesten Sinne) alphabetischen Symbolfolgen, zum Anderen stetige Signale aus der realen physikalischen Welt (also über die Zeit veränderliche Signale). Beide Gattungen dienen der historischen Analyse.

Einen besonderen Fall stellt die Erforschung von Räumen aus der Vergangenheit auf Basis nicht überlieferter, sondern in der Gegenwart erzeugten Signale dar - etwa durch die Erzeugung von Impulsantworten, wie sie in linearen, zeitinvarianten Systemen, speziell in der Architektur für die Ermessung der Raumakustik - zum Einsatz kommen. Sind diese Architekturen noch in der Gegenwart vorhanden, lassen sich

⁵²³ Von Brandt 1958: 62, in Anlehnung an E. Bernheim, Lehrbuch der historischen Methode und der Geschichtsphilosophie, 6. Aufl. 1908

⁵²⁴ Von Brandt 1958: 66

⁵²⁵ Aus der "Einleitung" zu Michel Foucault, Archäologie des Wissens, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 1973, xxx

Hörverhältnisse zurückrechnen. Wird der Raum selbst im Computer modelliert, wird diese archäologische Methode zur Simulation. An dieser Stelle erweist sich die Simulation als legitimes Verfahren historischer Forschung, insofern diese aus lückenhaften und verstreuten Eckdaten Hypothesen formuliert. Treten an die Stelle archivischer Schriftquellen mathematische Daten, ist es nicht mehr allein die Imagination des Historikers, sondern die Mächtigkeit der Informatik, die solche Hypothesen in nicht historiographischer, sondern diagrammatischer Form bildet.

Virtuelle Rekonstruktion vergangener Hörräume: Fallstudie Gewandhaus Leipzig

Neben den vertrauten archivischen Textmengen und Bildsammlungen lassen sich auch vergangene Klangwelten der Forschung erschließen. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob neben dem vertrauten Quellentypus vergangener Aufzeichnungen (für Klang also etwa phonographische Zeugnisse) auch die virtuelle Rekonstruktion vergangener Hörräume (etwa Beethovens damalige Wiener Konzertsäle) unter die Werkzeuge des Historikers zu zählen sind, oder ob diese Form aktiver Medienarchäologie vielmehr eine demgegenüber eigenständige, dem historischen Diskurs gegenüber epistemologisch autonome Form der Vergangenheitserkundung darstellt. Der medienarchäologische Ansatz ist zunächst ein signaltechnischer, der dann durch Wissen aus der Psychophysik und den Kulturwissenschaften erweitert wird. Archäologie ist keine bloße Metapher der "Ausgrabung" unbekannter Quellen der Vergangenheit mehr, wenn sie methodisch im Sinne von Michel Foucault und operativ mit technomathematischen Meßmedien betrieben wird.

Endlich sind auch Sonosphären in den Horizont der Geschichtsforschung gerückt. Bei ihrem Bestreben, Klangkulturen der Vergangenheit zu erforschen, neigen Historiker dazu, akustische Evidenz sogleich im geschichtlichen Feld, d. h. im Ensemble der schriftlich (oder auch bildlich) überlieferten Quellen zu kontextualisieren und damit aufzulösen. Demgegenüber tendiert der medienarchäologische Ansatz dazu, zunächst einmal die akustische Aussage als solche zu ermessen und nicht vorschnell zu historisieren (unter "Historisierung" soll hier das Primat der Schrift als dominanter Kulturtechnik sowohl der "historischen" Quellen als auch ihrer historiographischen Darstellung verstanden werden). Im Fall hard- und softwaregestützten Rekonstruktion und Auralisation der Akustik vergangener Konzerträume⁵²⁶ sind die Meßmedien selbst die Archäologen des akustischen Wissens; die medientheoretische Ambition geht dahin, aus solchen Ermöglichtungen

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

der Rekonstruktion und der Simulation (oder gar Emulation) vergangener Klangräume Konsequenzen für eine alternative Mediengeschichtsschreibung zu ziehen.

Die Arbeit des Archäologen der Akustik bedient sich Verfahrensweisen, die den historischen Wissenschaften noch weitgehend unvertraut sind. Da ist einmal die Vermessung eines noch existenten, also aus der Vergangenheit in der Gegenwart fortbestehenden Raumes. Dessen *medienarchäologische* Rekonstruktion akustischer Verhältnisse basiert auf der tatsächlich vorhandenen Materialitäten der Architektur.

Je genauer dieses medienarchäologische Verfahren beschrieben wird, desto präziser läßt sich auch der epistemologische Funke, also Erkenntnis daraus schlagen. Der sogenannte Faltungshall basiert auf dem Sample eines tatsächlich vorhandenen Raums im Unterschied zum synthetischen Hall, der durch künstlich erzeugte Reflexionen bestimmte Raumtypen nachbildet. Es gehört zu den Grundsätzen der historischen Quellenarbeit und der klassisch-archäologischen Methoden, sich strikt an Vorgefundenes zu halten. Demgegenüber bidlet die Computersimulation einen virtuellen Vergangenheitsraum. Diese Virtualität ist im Rahmen einer erweiterten Epistemologie der Zeitforschung philosophisch statthaft, bildet aber keine Erweiterung der historisch-kritischen Methode, sondern ihren Zwilling.

Durch Erzeugen eines idealen Impulses (der Sinussweep) kann der individuelle Nachhall jedes beliebigen Raumes als Impulsantwort aufgenommen und damit einer weiteren Simulation zugänglich gemacht werden; mit diesem individuellen Raumklang kann jedes Audiosignal versehen und damit das Hörerlebnis eines vergangenen sonischen Ereignisses wenn nicht rekonstruiert, so doch wiedererfahrbar gemacht werden. Dieses Audiosignal soll theoretisch so klingen, als wäre das Ereignis in dem entsprechenden Raum passiert.⁵²⁷

Was am Klang ist historisch? Ein Audiosignal ist ganz wesentlich durch die Technik seiner Hervorbringung und als vernommene Artikulation durch seine raumakustische Topologie definiert. In dieser Individualität (respektive Singularität oder "Einmaligkeit"⁵²⁸) liegt sein historischer Index angelegt, anders als im archäologisch-strukturalen Verhältnis; Roland Barthes entwickelt eine ähnliche These für das *punctum* der (analogen) Photographie.⁵²⁹ Historiker individualisieren; Archäologen (und Statistiker) aber quantifizieren. Eine Epoche der Vergangenheit ist nicht

527 Wikipedia, Eintrag "Faltungshall", <http://de.wikipedia.org>, Abruf Dezember 2010

528 So definiert Walter Benjamin die "Aura" des Kunstwerks, in: ders., Das Kunstwerk im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit [1936/37], in: xxx

529 In: ders., Die helle Kammer. xxx zur Photographie, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 1985

notwendig (und noch weniger ausschließlich) Geschichte. Sie läßt sich vielmehr auch ahistorisch (im Sinne ihrer Speicher) lesen, als Gegebenheiten, in denen die Diskurse parataktisch gelagert sind und nicht in geschichtlicher, sondern vektorieller, signaltechnisch beschreibbaren Weise miteinander verbunden sind, eher Feld (im Sinne von Michael Faradays Beschreibung des Elektromagnetismus) denn Archiv. Die medienarchäologische Methode, insofern sie mit technomathematischen (Meß-)Medien operiert, steht auf eher auf Seiten der Mathematik denn der philologischen Hermeneutik, und damit Statistik und Stochastik nahe. Statistik beschreibt Zustände; sie verhält sich affin zu Diskursanalysen, wie sie Michel Foucault entworfen hat: Serien, Reihen sind ihr Gegenstand. In *Die Ordnung des Diskurses* referiert Foucault auf die wesentlich von Pierre Chaunu und François Furet geprägte, mit seriellen Daten operierende Pariser Geschichtswissenschaft (*histoire sérielle*); es sind die archivischen Lagen selbst, die zwangsläufig Serien hervorbringen. Eine diagrammatische Anordnung und operative Folge von Zeichen und Graphismen ist bereits die Formierung einer Aussage. Der im Unterschied zum historischen Diskurs entsubjektivierte Archäologie-Begriff (entwickelt anhand einer *Prähistorie*, wo Subjekte *per definitionem* nicht vorkommen) korrespondiert mit dem kalten Blick der *sociologie pure*.⁵³⁰ Die wissensarchäologische Qualität der Statistik liegt darin, der (gegenüber historischer Narration verborgene) Relationen, Latenzen sichtbar respektive akustisch erfahrbar zu machen. Für Archäologen (bezogen auf Artefakte) wie Statistiker (bezogen auf Prozesse) gilt: "Beide werfen einen vollkommen abstrakten und unpersönlichen Blick auf die menschlichen Tatsachen."⁵³¹

Der qualitative Sprung von der medienarchäologischen Analyse zur historischen Imagination (respektive Sonimagination) liegt in der sinnlichen Synthese der Daten, etwa in der Simulation des Höreindrucks eines nicht mehr existenten Raums. Die beiden ersten Gewandhaussäle in Leipzig wurden auf der Grundlage von Architekturplänen und Abbildungen mit akustischer Simulationssoftware als Computermodelle rekonstruiert.⁵³² Die Rede ist hier von "akustischer Rekonstruktion"⁵³³.

Nur in Grenzen läßt sich (in medienarchäologischer Autopoiesis) aus frühen technischen Monoklangaufnahmen in vergangenen Räumen deren Raumakustik rekonstruieren; die Nachhallzeit läßt sich erschließen, ansonsten aber hat das Mikrophon jede spatiale Information eindimensional (auf der Zeitachse) vereinheitlicht. So heißt es im

530 Den Vergleich mit der archäologischen Methode wählt ausdrücklich Gabriel Tarde, *Les lois de l'imitation*, Paris 1890

531 Siehe Gabriel de Tarde, *Die Gesetze der Nachahmung*, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 2003, Kap. IV "Archäologie und Statistik", 113-162 (126)

532 R. Skoda, *Das Gewandhaus Leipzig. Geschichte und Gegenwart*, xxx (Ernst & Sohn Verlag) 1985

533 Weinzierl et al. 2010: 1046

Begleitheft zur CD-Veröffentlichung (ausdrücklich einem "Digital Remastering" unterworfen) des Deutschen Rundfunkarchivs einer historischen Aufnahme der Aufführung von Anton Bruckners Sinfonie Nr. 9 durch die Münchner Philharmoniker durch den damaligen Reichssender München vom 7. Juni 1943: "Die Originaltonträger sind nicht mehr erhalten. Es existiert nur noch eine Kopie auf einem modernen Viertelzoll-Tonband. Die klanglichen Eigenschaften der Einspielung legen den Schluss nahe, dass es sich auch beim Originaltonträger um ein Tonband gehandelt haben muß"⁵³⁴ - eine tatsächlich *medienarchäologische* Ermöglichung des vergangenen Klangereignisses.

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

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

Das Gegenstück zur Überlieferung früherer Klangereignisse durch Tonträger (Speichermedien) bildet die sogenannte Auralisation: "In den Computernmodellen für das erste und zweite Gewandhaus wurden mit dem Ray Tracing Algorithmus AURA der raumakustischen Modellierungssoftware EASE und einem vollständigen Datensatz von Auenohrübertragungsfunktionen [...] binaurale Raumimpulsantworten für vier typische Spiele eines Streichquartetts auf der Bühne berechnet. Im Neuen Gewandhaus wurden binaurale Raumimpulsantworten mit dem Messroboter FABIAN vermessen. Beide Datensätze erlauben eine Nachführung der Simulation auf horizontale Kopfbewegungen."⁵³⁵

Dies geschieht im optimierten Fall verzögerungsfrei, mithin in Echtzeit. Damit wird der erhebliche Rechenaufwand, der dabei jeweils entsteht (die Erkenntbarkeit des digitalen Mediums) dissimuliert. Gerade dies aber

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

535 Weinzierl et al. 2010

führt zu einer Irritation des menschlichen Ohrs, das nicht mehr Herr im eigenen Haus ist - der Sirenen-Effekt. So erinnern die Sirenen in Homers Epos *Odyssee*, die das Schönste an der menschlichen Stimme zu singen scheinen, an das Unheimliche in der Erfahrung mit technisch eskalierten Medien: daß nämlich unsere eigenen Stimmen ebenso Produkte einer maschinenähnlichen Schallerzeugung sind. Maurice Blanchot nahm in seinem Text "Der Gesang der Sirenen" diese Frage auf; ein medienakustischer Turing-Test:

"Es war ein nichtmenschlicher Gesang, – ein natürliches Geräusch (gibt es denn andere?), aber am Rande des Natürlichen, dem Menschen in jeder Hinsicht fremd [...]. Aber, sagen die anderen, noch seltsamer war die Verzauberung; ihr Gesang war dem gewohnten Singen der Menschen nachgebildet, und weil die Sirenen, die nur rein tierischer Natur waren [...], singen konnten wie die Menschen singen, machten sie aus dem Gesang etwas Außerordentliches, das den Hörer vermuten ließ, jeder menschliche Gesang sei im Grunde nicht menschlich."⁵³⁶

In der Leipziger Gewandhaus-Fallstudie wurde als sogenanntes Anregungssignal für die Auralisation W. A. Mozarts Quartett in G KV 80 mit Musikern des Gewandhausorchesters im reflexionsarmen Vollraum der Technischen Universität Berlin produziert; klassische Musik wird damit zu einem Fall für Meßmedien, die darunter Transienten und Transferfunktionen verstehen. "Die Simulation einer jeweils identischen musikalischen Aufführung in der unterschiedlichen Akustik der drei Gewandhausstäle kann dann, noch lebendiger als eine Dokumentation durch akaustische Parameter, die mit dem Zuwachs an Raumvolumen und Nachhallzeit verbundene Veränderung des musikalischen Klangeindrucks über 200 Jahre hörbar machen"⁵³⁷ - eine veritable akustische Zeitreise. Die Verwendung des Begriffs der "Lebendigkeit" im deutet es an: Im Begriff der "Auralisation" birgt sich noch ein zweiter Sinn, denn er ruft Walter Benjamins Definition der "Aura" des Kunstwerks wach. Hängst diese Aura von "Liveness" an der menschlichen Präsenz?

Gerade das Feld der akustischen Kommunikation zeichnet sich durch die Macht der Präsenzerzeugung aus, dem der menschliche Zeitsinn (den es neurophysiologisch überhaupt nicht nachweisbar gibt) affektiv sogleich preisgegeben ist, auch wenn auf kognitiver Ebene das Bewußtsein einer historischen Distanz herrscht - eine bemerkenswerte affektiv-kognitive Dissonanz.

In einem Akt aktiver Medienarchäologie des Akustischen ist es möglich, mit Hilfe von Meßmikrofonen und -lautsprechern

⁵³⁶ Maurice Blanchot, *Der Gesang der Sirenen* [FO 1955], in: ders., *Der Gesang der Sirenen. Essays zur modernen Literatur*, München (Hanser) 1962, 9-40 (11)

⁵³⁷ Weinzierl et al. 2010

Übertragungsfunktionen historischer Architektur zu vermessen, aus denen sich *a posteriori* Parameter wie Nachhallzeit und andere raumakustische Eigenschaften ermitteln lassen. Bedingung für solche Meßreihen ist zunächst die Leere des Raums, um Störgeräusche im Übertragungskanal zu vermeiden; die Absenz menscheninduzierter Kontingenz ist die Bedingung medienarchäologischer Analyse in ihrer strengen Form. Wird die Akustik eines vollbesetzten Raums rekonstruiert, wird dem Publikum ein Absorptionswert zugeschrieben; der Faktor Mensch gerinnt in solchen Simulationen - in Verkehrung des historischen Diskurses - zur mathematischen Funktion. Gerade diese technomathematische Preisgabe aber erlaubt es gegenwärtigen Menschenohren, in Form sogenannter Auralisation heute den Klangeindruck vergangener Räume zu erfahren.

Zur Invarianz von Sonosphären (Beispiel Pompeji)

Ist die Medienarchäologie des Akustischen getrieben vom romantischen Phantasma einer akustischen Wiederauferstehung? In Form einer multimedial induzierten audiovisuellen Antike(n)halluzination lassen sich für zahlende Besucher im ehemaligen Haus des Julius Polybios in Pompeji die letzten Stunden der Vesuvstadt nachvollziehen. Der Hausherr etwa artikuliert sich als Hologramm. Vor allem als Soundscape wird die Wahrnehmung des Besuchers auf den antiken Moment getrimmt. "Plötzlich beginnt der Wind zu heulen, [...]. Mit einem 'Rrrumms' schließt sich die nicht mehr vorhandene Tür des fensterlosen Raumes"; das Gehör als präsenzaffektives Organ wird primär adressiert inmitten der visuellen Invarianz des architektonischen Raums. "Stimmen dringen aufgeregt durch die Dunkelheit, sie werden immer hohler und verzerrter. [...] Die schwangere Tochter des Hausherrn scheint stumm und entsetzt als Hologramm, kurz darauf hört man ihren Herzschlag und den ihres Fötus, bis auch diese verstummen und es totenstill wird. Eine Stille, welche die zwölf Bewohner bis ins 20. Jahrhundert unter einem riesigen Berg von Asche und Gestein einschloss. Erst zwischen 1913 und 1978 wurde der Komplex ausgegraben."⁵³⁸ Im Untertitel des Zeitungsberichts der RP heißt es: "In einer neuen Multimedia-Ausstellung können Besucher nun die dramatischen letzten Minuten miterleben." Bedingung dafür sind zwei höchstverschiedene Zeitweisen der Überlieferung, nämlich eine kulturell symboltechnische (Buchstaben) und eine gleichursprünglich (medien)physikalische, wie Prof. Claudio Salerno aus Neapel das Konzept erklärt: "Das alte Latein kennen wir von den antiken Schreibern, während sich das Geräusch von Mahlsteinen über die Jahrhunderte ja nicht verändert hat" <zitiert ebd.>. Tatsächlich ereignet sich hier eine zeitinvariante, gleichursprünglich reproduzierbare Phonographie. Etwas, das nicht im Sinne einer historischen Aufzeichnung überliefert ist, läßt

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

sich dennoch gleichursprünglich (wieder-)herstellen. Und die RP weiter: "Gesicht und Gestalt des Polybios und seiner Tochter rebe Experten anhand von Gipsabdrücken rekonstruiert, welche die Leichen nach ihrer Verwesung in der erstarrten Asche hinterließen" - Negativphotographie aus der Antike, inmitten der materiellen Momentaufnahme, wie der Raum im Moment seiner Schließung durch die Vulkanasche eingerichtet war. Es handelt sich hier um eine ebenso wissensarchäologische wie archäologiewissenschaft kontrollierte Form der Rekonstruktion - nicht aber der Forschung.

Definitionen der Audiokommunikation

Musik kann als ein Kommunikationsprozess verstanden werden, bei dem ein kreativer Gedanke (die "Nachricht") durch seine Implementierung in der realen, physikalischen und physiologischen Welt einer Reihe von Transformationen ausgesetzt ist, bis er für den Hörer als musikalische Wahrnehmung (im Sinne von Helmholtz') ästhetisch erfahrbar wird.

"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."⁵³⁹

Auch für musikalische Verhältnisse gilt die Nachrichtentheorie, die sich mit den Transformationsprozessen von Signalen über Distanzen (ob nun Zeit oder Raum) befaßt. Dies reicht von der musikalischen Interpretation über die Aufführung in verschiedenen akustischen Umgebungen, die tontechnische Musikbearbeitung bis zum situativ-apparativen Kontext⁵⁴⁰ der Musikrezeption.

Historische Aufführungspraxis

Die sogenannte "historische Aufführungspraxis" ist mit der Erforschung und Darstellung Alter Musik befaßt, ein historisierender Modus der Interpretation. Er umfaßt nicht nur die sozialhistorischen Komponenten der Aufführungskonventionen, sondern erschließt umfassend auch die physikalischen Klangverhältnisse zum Zeitpunkt der Uraufführung eines Werkes.⁵⁴¹

⁵³⁹ <http://www.tu-berlin.de/zuv/asb/faecher/komm/komm.html>

⁵⁴⁰ Dazu Gregory Kramer (Hg.), Auditory Display: Sonification, Audification, and Auditory Interfaces, Reading, MA. (Addison Wesley) 1994

⁵⁴¹ Stefan Weinzierl, Beethovens Konzerträume. Raumaustik und symphonische Aufführungspraxis an der Schwelle zum modernen

Indem der Begriff Aufführungspraxis "alle Aspekte der Umsetzung notierter Musik in Klang"⁵⁴² umfaßt, meint er das *embodiment* einer symbolischen Ordnung (Notation) in den realphysikalischen Vollzug - im Unterschied zu einem Begriff von Aufführung, der die symbolische Ordnung und den Vollzug ursprünglich verschränkt. Diese Verkörperung findet in konkreten Räumen statt und geschieht durch konkrete Klangkörper wie die menschliche Stimme und Instrumente. Sowohl den Räumen wie den Klangkörpern eignet eine unhintergehbare Historizität, während die Notation als solche ein zeitinvariantes Regime darstellt. Aus diesem physikalisch-negentropischen *double-bind* speist sich der Balanceakt der sogenannten *historischen Aufführungspraxis*.

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

Die Simulation als "historische Quelle"?

Inwieweit vermag eine computerbasierte Simulation, also ein operatives Diagramm als die mediendramatische Form eines Modells, eine im weitesten Sinne (kultur-)historische Quelle darzustellen? Zunächst ist sie indexikalisch verortet: Tatsächliche Raumpunkte bilden die Voraussetzung für einen Graphen, eine Verknüpfung auf der Basis von Knoten und Kanten. Auf diese Weise leisten Diagramme (als visuelle Anschauungsform) oder algebraische Ausdrücke (analytische Geometrie) eine Enthüllung von Strukturen - der archäologische Akt. "Mathematical symbols [...] reveal structures".⁵⁴³ So werden medienarchäologische Operatoren ihrerseits zu Wissensbildnern.

Der traditionellen Historie dient als Quelle potentiell alles, was aus der Vergangenheit überliefert wurde - als Überrest oder als bewußt Tradiertes. Durch Simulation wird demgegenüber eine Sachlage erst *nachträglich* (oder bestenfalls in Echtzeit, wie bei kriegsbedingten

Konzertwesen, Frankfurt / M. (Bochinsky) 2002, 17

542 D. Gutknecht, Art. Aufführungsopraxis, Sp. 954, zitiert hier nach: Weinzierl 2002: 17

543 Max Born, Symbol and Reality, in: Objectivité et réalité dans les différentes sciences, Archives de l'Institut International des Sciences Théoretiques, Brüssel 1966, 151 f. Siehe ferner Charles Alunni, Gustave Juvet (1896-1936). Un Pionnier Oublié des Études Cliffordiennes, in: Advances in Applied Clifford Algebras, Basel (Birkhäuser) 2009, 14-38 (26)

Strategiespielen) zur Quelle konfiguriert.⁵⁴⁴ Damit aber ist sie keine *historische* Quelle mehr im klassischen Sinne. Eine Simulation vergangener Situationen (ob nun Räume oder sonische Prozesse) ist "Quelle" in Hinsicht auf andere, medienarchäologische Verhältnisse, also im Rahmen einer anderen Epistemologie.

"Daten" sind Ergebnisse eines Meß- oder Beobachtungsprozesses; das stetige Vergehen komplexer Signalwelten (die physikalische Wirklichkeit) wird - etwa in Form der Zeitreihenanalyse - in diskrete Symbolfolgen anverwandelt, mit denen sich dann schreiben respektive rechnen läßt.

Schriftliche "Überreste" im Sinne Johann Gustav Droysens, etwa Verwaltungsakten, sind von vornherein, also originär unmittelbarer Teil der gestrigen Welt.⁵⁴⁵ "Historische" Quellen im engeren Sinne dagegen sind immer schon mit Blick auf die Tradition verfaßt, also metonymisch in den Begriff der Geschichte verstrickt. Sie dienen demnach von vornherein dem historischen Diskurs - eine autopoietische Welt. Demgegenüber sind Überreste als alternativer Quellentypus potentiell das, was sich (im medienarchäologischen Sinne) der Vormacht des historischen Diskurses entzieht.

Die sogenannten Historischen Hilfswissenschaften erschließen der Geschichtswissenschaft Quellen, die in hohem Maße spezialwissensintensiv sind. Prinzipiell kommen für die Geschichtswissenschaft damit alle Wissenschaften infrage - "sei das nun Elektrotechnik oder Meeresbiologie, Anthropologie oder Mathematik"⁵⁴⁶. Demgegenüber stehen Wissenschaften, "die nicht gelegentlich [...], sondern grundstätzlich und dauernd für den Historiker zur Verfügung stehen und von ihm angewendet werden müssen" <ebd.>; erst sie bilden das eigentliche Werkzeug des Historikers (etwa Chronologie, Aktenkunde, Heraldik). Klassische Archäologie etwa hat die Sachzuständigkeit für materielle Reste aus der Antike. Diese Definition aber läßt Spielraum, auch Methoden der Medienarchäologie einzubeziehen, wie sie in der computergestützten Audifikation historischer Klangräume zur Anwendung kommen. Dadurch wird ein solcher Raum überhaupt erst zur Quelle (musikalischer Verhältnisse in der Vergangenheit) transformiert.

Die *unprocessed data* (Hayden White) stellen das archäologische Material der Historie dar. Dymond faßt sie unter dem Begriff *records* zusammen;

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

545 Christian Fleck / Albert Müller, „Daten“ und „Quellen“, in: *Österreichische Zeitschrift für Geschichtswissenschaften* 8, Heft 1 (1997), 101-126 (111), unter Anspielung auf Johann Gustav Droysens *Historik*

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

„as historical evidence, records are largely unconscious, and not slanted for the consumption of posterity. In this they are therefore akin to the vast majority of archaeological artifacts“.⁵⁴⁷

Nicht schrift- sondern mediengeborene Quellen

Die Moderne hat es nicht mehr nur mit Schriftquellen, sondern ebenso mit der Aufzeichnung von Geräuschen und Klängen, Photographien und Bewegtbildern zu tun. Boleslas Matuszewski verfaßt in Paris 1898 *Une nouvelle source de l'Histoire (Création d'un dépôt de cinématographie historique)*, das Plädoyer für Film als Hilfsquelle für den Geschichtsunterricht und als Möglichkeit, als Supplement des nationalen Gedächtnisses, dem neben Schrift-Archiven, Buch-Bibliotheken Objekt-Museen ein eigener Ort gegeben werden soll. Matuszewski betont vor allem den unmittelbaren Zeugnischarakter dieser neuen Quellengattung von Historie: "Sie ist der wahrhaftige und unfehlbare Augenzeuge *par excellence*."⁵⁴⁸ Dem tritt nun das Bedürfnis nach wahrhafter Ohrenzeugenschaft zur Seite. Jacques Perriault schreibt 1981 seine *Mémoires de l'ombre et du son* ausdrücklich nicht als Geschichte, sondern ausdrücklich als *Une archéologie de l'audiovisuel* (Untertitel).

Das 20. Jahrhundert war das erste, das sein Gedächtnis nicht mehr primär schrift- und aktenbasiert, sondern audiovisuell überlieferte. Die herkömmliche, schriftfixierte Quellenkritik der Historie kam mit dieser neuer Archivlage lange nicht zurecht: "Während in den Sprach- und Literaturwissenschaften ebenso wie in der historischen Quellenforschung eine Betrachtungsweise, die die Problematik verschiedener Fassungen eines "Textes" berücksichtigt, Grundlage einer ernstzunehmenden Beschäftigung mit dem „Text“ ist, geht dieses Problembewußtsein im alltäglichen Bemühen um die Beschaffung audiovisuellen Materials allzu leicht unter."⁵⁴⁹

In der digitalen Epoche kehrt die symbolische Ordnung wieder ein - allerdings als alphanumerischer Code. Dieser erfordert eine philologische Quellenkritik nicht nur hermeneutisch, sondern auch mathematisch informierter Art, um jene Überlieferung kritisch zu prüfen, die zum multimedialen Datenstrom geronnen ist.

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

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

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

Zur Diskussion um virtuelle Rekonstruktionen in der Archäologie

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

Im Cyberspace werden zerstörte Kulturdenkmäler rekonstruiert; IBM sponserte die buchstäblich *medienarchäologische* Rekonstruktion der *Frauenkirche* in Dresden, die virtuell begehbar war, bevor der Computer nicht als Helfer, sondern Generator die noch existierenden Steine wieder zu einer realen Architektur zusammensetzt. Nicht nur Zerstörtes, sondern auch nie Gesehenes wird so sichtbar: als Fiktion. Virtuelle, fotorealistische Simulationen archäologischer Stätten (Forum Romanum Rom, Archäologischer Park Xanten) überschwemmen den touristischen Markt. Archäologen haben bislang nur rekonstruiert, was sie wissenschaftlich belegen konnten, und im sprachlichen Kommentar auf jene Unsicherheiten hingewiesen; demgegenüber beleben jetzt virtuelle Welten auch die Lücken und das Leere archäologischer Lagen. So daß inzwischen – anhand der virtuellen Rekonstruktion der Kaiserpfalz von Magdeburg – bereits wieder mit bewußt unscharfen, skizzenhaften Alternativen zur photorealistischen Ästhetik gearbeitet wird, die ein Effekt kommerzieller *3D-rendering tools* ist – „visualizing uncertainty in virtual reconstructions“⁵⁵⁰. Nicht erst seit *Jurassic Parc* werden aus paläontologischen Knochenresten ganze Dinosaurier hochgerechnet, denn nicht erst im Cyberspace, schon im klassischen Naturkundemuseum sind die zusammengesetzten Saurierskelette weitgehend Spekulation.⁵⁵¹

Demgegenüber betonte die Begleitinformation zur thematischen "Zeitreise" im Computer-Visualistik-Raum der Ausstellung *Otto der Große. Magdeburg und Europa* von August bis Dezember 2001 im Kulturhistorischen Museum Magdeburg ganz auf die Lücke, die zwischen archäologischer Evidenz und dem virtuellen Bild der Kaiserpfalz klafft. Zunächst wandert der Besucher entlang "Fragmenten der Zeit" zurück ins 10. Jahrhundert. Dann werden per Diaprojektion die aktuellen archäologischen Entdeckungen gezeigt, die jüngst das bisher existierende Bild einer Pfalz Ottos des Großen auf dem Magdeburger Domplatz erschüttert haben. "Deshalb wechseln wir das Medium", heißt

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

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

es im *off*-Kommentar der entsprechenden 3D-Projektion in der geodätischen Kuppel des Kinos; nach einer Reihe virtuell animierter Projektionen ist dort die vermutete Kaiserpfalz nur als Umrißzeichnung schemenhaft zu sehen. Der Historiker- und Archäologenstreit wird also nicht übergangen, sondern die "Visualisierung eben dieser Rekonstruktionsunsicherheiten" <Begleitblatt> computergraphisch geradezu medienarchäologisch zur Evidenz gebracht. Visualisiert wird somit der wissenschaftliche Prozeß selbst: "Neue Entdeckungen lösen alte Theorien ab, ein endgültiges Bild ist nie mit Sicherheit zu zeichnen, besonders dann, wenn das Original lange durch den Lauf der Geschichte ausgelöscht wurde" <ebd.>. Um damit wird an eine andere Virtualität jenseits der multimedialen Illusion erinnert: "Der Besucher sieht ein Magdeburg, wie es gewesen sein könnte, wie es aber keinesfalls ausgesehen haben muss" <ebd.>.⁵⁵²

Die virtuelle Rekonstruktion von realen Denkmälern geht zunächst nicht vom Wireframe, sondern einem dreidimensionalen Punkthaufen aus - Punktwolken aus Pixeln, stochastische Geister eher denn historische Figurationen. Der britische Archäologe Peter Rauxloh kommentiert die Praxis der computerwirklichen Mathematisierung in seiner Wissenschaft: "In my view the contribution of IT and statistical techniques have a central role to play in supporting archaeological interpretation. The archaeological judgement must take precedence yet making that judgment is frequently not straightforward. Even the beneficial contribution of such 'hard' science such as radio carbon determinations of date or ground penetrating radar to archaeological interpretation, rely on operators having a close empathy with archaeological material, the context of discovery and the role of post-depositional processes. If the post-processional reaction to the scientific inductivism of the 'New archaeology' of the 1960's shows us anything it is that we need to be aware of the contexts in which we may apply our tools, be they computers or trowels."⁵⁵³

Ab November 2001 war für drei Monate in der Bonner Kunst- und Ausstellungshalle der Bundesrepublik Deutschland die Ausstellung *Troja - Traum und Wirklichkeit* zu sehen. Im Unterschied zum vorherigen Ausstellungsort Braunschweig wurde sie dort von einer Computeranimation ergänzt: das aus Bundesmitteln geförderte Projekt *Virtuelle Archäologie* der Universität Tübingen, des Deutschen Archäologischen Instituts und der Berliner Firma *art + com* (Medientechnologie und Gestaltung AG). Buchstäblich Schicht für Schicht war Troja damit ablesbar und navigierbar.

Kernstück der virtuellen Rekonstruktion war *TrojaVR*, eine

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

553 Peter Rauxloh, Museum of London, elektronische Kommunikation Juli 2002

Visualisierungs-Software. "Das Besondere an der Virtual-Reality-Umgebung ist, dass jedes Bild aus den Daten des Computers errechnet wird, und zwar in Echtzeit"⁵⁵⁴ - so daß die Animation nicht mehr auf vorab ausgewählten Kamerafahrten angewiesen ist und dem User die völlig individuelle Navigation durch die Datenbilder - "in nahezu fotorealistischer Auflösung" <ebd.> ermöglicht. Genau hier aber liegt das Imaginäre der virtuellen Archäologie, deren referentielle Hardware gerade solche ganzheitlichen Bilder dementiert.

Wo eine CAD-Rekonstruktion ihre Autorität aus Electronic Distance Measuring zieht, tritt - analog zu neuen topologischen Orientierungsformen wie das Global Positioning System jenseits von klassischer Geographie - die virtuelle Visualisierung von Datenmengen an die Stelle der buchstäblichen Photorealismus des klassischen Abbilds.⁵⁵⁵ Genau das meint der im Kontext der Computerwissenschaft der 60er Jahre gebildete Begriff des Virtuellen als Bezeichnung für Objekte, die überhaupt nur in dieser elektronischen Form existieren. Der Unterschied zur sogenannten "virtuellen Archäologie" (und insofern ist der Begriff nicht ganz glücklich gewählt) liegt nun gerade darin, daß auch sie noch von Vorhandenem, Gegebenem ausgeht, also von *Daten*, die im Realen wurzeln. Die archäologischen Daten im Sinne der Realien und der vor Ort erfolgenden Aufzeichnung von Bezügen wären dann Monumente, im Unterschied zu ihren Repräsentationen als Dokumenten, die alle möglichen phantasmatischen Formen der Rekonstruktion annehmen können. Die Anschauungsqualität der real anwesenden Objekte liegt nicht in der Frage ihrer Aura, sondern des Informationswerts von physikalischer Materie; das Unerwartete liegt in der Widerspenstigkeit, d. h. Auskunftsfähigkeit des Materials, in seinem Informationswert. „What are the qualities of material culture which cannot be migrated into digital forms?“⁵⁵⁶ Technische Reproduzierbarkeit macht überhaupt erst die Differenz zur Unverwechselbarkeit des Originals denkbar.

Musik und historischer Raum

Eine Musikkomposition ist auf Wiederholbarkeit, auf Wiederaufführbarkeit in ganz anderen Räumen und Zeiten immer schon angelegt; ihr Geschick ist insofern ahistorisch verfaßt. Die Erstaufführung eines solchen Werks aber stellt ein genuin geschichtliches Ereignis dar. Die Rekonstruktion des

554 Kurt Sagatz, So nah, als wär' man dort, in: Der Tagesspiegel Nr. 17574 v. 31. Oktober 2001, 30

555 Siehe bereits Albrecht Meydenbauer, Ein deutsches Denkmäler-Archiv. Ein Abschlusswort zum zwanzigjährigen Bestehen der königlichen Messbild-Anstalt in Berlin, Berlin 1905, und ders., Handbuch der Messbildkunst. In Anwendung auf Baudenkmäler- und Reise-Aufnahmen, Halle/Saale 1912

556 Kathryn Bird in ihrem Diskussionsbeitrag (vorweg) zum Kolloquium *Excavating the archive: new technologies of memory*, Parsons School of Design, 3. Juni 2000, New York

diskursiven Kontextes meint das Performative; die Rekonstruktion der akustischen Raumverhältnisse aber das Operative, wie ihn eine Medienarchäologie des Akustischen apparativ realisiert.

Lange Zeit war der raumakustische Nachvollzug historischer Klangauführungsräume am Kriterium der Nachhallzeit orientiert und widmete sich der Impulsantwort eines Raums, faßbar im Energiereflektogramm; dies ist die zeitkritische Ebene einer Archäologie des Akustischen. In der Tat eignet dem Ohr die vornehmlich eindimensionale Zeitdimension, während der Sensorik des Auges vielmehr das Feld entspricht. Auf neuronaler Ebene aber werden Ton- wie Bildsignale unterschiedslos als Pulsketten verarbeitet.

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

Akustische Raumsimulation durch Modellmeßtechnik in verkleinertem Maßstab oder durch technomathematische Algorithmen (beispielsweise die Software EASE) auf der Basis von Wellengleichungen schließlich macht Klangereignisse in virtuell rekonstruierten Räumen beliebig hörbar; *Auralisierung* bezeichnet in diesem Einsatz "die Hörbarmachung beliebiger akustischer Signale in einer durch ein Computermodell vordefinierten räumlichen Umgebung"⁵⁵⁷. Damit wird die Möglichkeit, nicht mehr existierende Räume medienakustisch rekonstruieren zu können, zu einer neuen Form historischer Forschung. In welchem Verhältnis aber steht diese mathematische Klangwelt zum akustischen Ereignis in der physikalischen Welt? Es bleibt eine irreduzible Differenz nicht nur im Höreindruck, sondern auch im epistemologischen Sinne: mathematische Zeit ist eine nonhistorische Zeit.

Was sind die Kriterien für klanghistorische *fidelity*? Es walten zwei Welten: einmal die physikalisch objektive, deren Gesetze invariant gegenüber Transformation in historischer Zeit und im medienarchäologischen Sinne Meßmedien zugänglich sind. Die Impulsantworten eines Raumes aus dem 18. Jahrhundert, der bis ins 21. Jahrhundert überdauert hat, werden im Wesentlichen identisch sein. Daneben aber eröffnet sich die phänomenologische, psychoakustische Ebene; verlangt wird hier "die Erzeugung eines perzeptiv authentischen Hörereignisses"⁵⁵⁸.

Zwischen experimentalem Nachvollzug und historischer

557 Weinzierl 2002: 20

558 Weinzierl 2002: 145

Differenz: *Physical modeling*

Die Synthesemethode des Physical Modelling nimmt nicht das abstrakte Schema ihres Gegenstandes zum Ausgangspunkt, sondern versucht anhand von mathematischen Beschreibungen dessen physikalische Welt selbst zu simulieren und damit auf digital effektivem Wege die natürliche Form der Klangerzeugung, also deren Physik, nachzueifern. So wird etwa berechnet, wie die Saite eines Musikinstruments in ihren komplexen Zeitweisen tatsächlich schwingt.

Im Verbund mit der raumakustischen Rekonstruktion steht auf Seiten der Klangerzeugung das Prinzip des *physical modeling*: "Statt den Klang von Instrumenten aufzuzeichnen, sucht man sie selbst so gut wie möglich mathematisch zu erfassen und berechnet die Töne, die diese Modelle erzeugen."⁵⁵⁹ Zunächst zielte dieses Verfahren auf klassische Musikinstrumente als Klangkörper; "mittlerweise simuliert man aber auch die Schaltkreise analoger und digitaler Klangerzeuger und spricht auch hier von PM beziehungsweise virtueller Akustik" <ebd.>.

Simulation versus Emulation

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

Christopher Burton programmierte eine Simulation des Pegasus-Computers Marke Ferranti Ltd. (Manchester) aus den späten 50er Jahren des vergangenen Jahrhunderts. Am Zeitverhalten scheiden sich Repliken, Simulationen und Emulationen eines historischen Computers: "Although no particular attempt was made to simulate correct timing, the similarity of the logic module to the actual hardware means that the various instruction times bear a reasonably correct ratio to each other."⁵⁶⁰

Möglichkeiten und Grenzen einer Medienarchäologie sonischer Artikulation

Medienarchäologische Audifikation vergangener Klangräume ist zunächst nicht mit der Werkanalyse der darin einst aufgeführten Musik befaßt, sondern begreift Musik primär als akustischen Kommunikationsprozess.

⁵⁵⁹ Thoralf Abgarjan / Klaus-Dieter Linsmeier, Digitale Klangerzeugung, in: Spektrum der Wissenschaft 11 (1997), 74?

⁵⁶⁰ Christopher P. Burton, Pegasus Personified - Simulation of an Historic Computer (Typoskript), Website der Computer Conservation Society <ftp://ftp.cs.man.ac.uk/pub/CCS-Archive/Simulators>, Abruf 15. März 2008

In diesem Feld dienen ihre Erkenntnisse dem Einblick in die sonischen Bedingungen und das akustische Dispositiv, die solche Werke produktions- und rezeptionsästhetisch konditionierten.

Digitale Signalprozessierung, Wellenfeldsynthese und andere virtuelle, d. h. errechnete Dispositive erlauben inzwischen die Rekonstruktion historischer Klangräume. Diese Form von Audiokommunikation mit der Vergangenheit ist zunächst keine Verständigung im Sinne der Hermeneutik, sondern eine gleichursprüngliche Inverhältnissetzung.

Während der emphatische Begriff der "Musik" in seiner Fixierung auf eine kulturelle Kunstform den Blick auf deren akustisch-physikalischen, medientechnischen und physiologischen wie neuronalen Grundlagen eher verdunkelt, befreit sich der Begriff einer Klangwissenschaft von dieser Restriktion. Der Begriff von "organized sound" (inspiriert von Edgar Varèse) verhalf John Cage zur Entdeckung einer anderen Sonosphäre, wird aber immer noch unter "Musik" rubriziert.

Läßt sich auf virtuellem, also digitaltechnisch gerechnetem Wege, der vergangene Soundscape einer Stadt, etwa Berlin (Potsdamer Platz) um 1900, nur modellieren, oder auch rekonstruieren? Natürlich sind heutige Ohren anders gestimmt als die der damaligen Passanten. Das medienarchäologische Ohr vernimmt Signale (und Geräusche) anders als die humane Klangempfindung.

Der Computer als Medienarchäologe von Musik(theorie)

Technische Medien sind nicht allein Gegenstand medienarchäologischer Forschung, sondern zuweilen auch ihrerseits medienaktive Archäologen akustischen und visuellen Wissens.

Die technomathematische Medienkultur eröffnet die Option eines medienarchäologischen *re-enactment*, das einen für Historiker neuartigen "Gehörgang" der Geschichte öffnet, indem es die historische Distanz durch die Erzeugung gleichursprünglicher Klangverhältnisse durch mathematische Modellen und spekulative Simulationen untunnelt. Als Zeitmaschine, die jene im besten Sinne anachronistische Übersetzungsleistung vollbringt, dienen Echtzeitprogrammierungsumgebungen (für sonische Betreffe insbesondere etwa SuperCollider). Mit ihr werden vergangene Klangräume derart implementierbar, daß sie zur Laufzeit der eingespielten Musik den menschlichen Gehörgang mit einkalkuliert und das Ergebnis in die physikalische Klangrealität zurückspielt.

In Kulturhistorie und Wissensarchäologie sind zwei verschiedene Zeiten am Werk, wie es anhand von Musik manifest wird. Nicht im geschichtlichen, sondern archäologischen Sinne rechnen sich die

akustischen Verhältnisse vergangener Klangräume in unseren Computersimulationen gleichursprünglich fort - was erst möglich wurde, nachdem die Maschinen, die dies heute leisten, von aller mimetischen Sinnlichkeit abstrahierten.

Wie läßt sich etwa altgriechische Musiktheorie fassen? Hermann von Helmholtz geriet an die Grenzen der Rekonstruierbarkeit vergangener, also verklungener Hörverhältnisse. "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"⁵⁶¹. Diese Lage aber hat sich seit der (Re-)Konstituierbarkeit von Tönen und Melodien mit digitaler Signalverarbeitung in Kombination mit neuen historischen und archäologischen Funden etwas Grundsätzliches geändert.

Es gibt zwei Weisen, die Vergangenheit zu erfahren: einmal als *reenactment* ihrer physikalischen, technischen und mathematischen Verhältnisse (der archäologische Zugang), und zum Anderen durch historische Hermeneutik. d. h. unter Anerkennung der diskursgeschichtlichen Differenz. Von Helmholtz beschreibt es anhand seiner musikalischen Forschung: "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 alles nicht kannten, was uns von Jugend auf geläufig ist, und es erst zu suchen hatten."⁵⁶² Martin Carlé denkt an dieser Stelle mit Helmholtz über Helmholtz hinaus: eine 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 re-istanzieren, 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."⁵⁶³

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

562 Von Helmholtz 1913: 411

563 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

Acoustic Studies:

Physikalisches und technisches Wissen bilden auch in den *acoustic studies* die Forschungsbasis, aber darüber hinaus wird es von Seiten der Medienarchäologie epistemologisch erschlossen und hinterfragt, um Erkenntnisfunken aus intimster Vertrautheit mit akustischen Prozessen zu schlagen und dies als kritisches Wissen oder auch als Wissensschönheit an die Gesellschaft zurück zu geben. Pythagoras beispielsweise entdeckte anhand der ganzzahligen musikalischen Klangintervalle, dass die Ordnung der physikalischen Welt mit dem Logos der Mathematik identisch ist.

Selbst akustische Störungen in der Nachrichtenübertragung sind damit keine Schädigung von Kommunikation, sondern eine informative Wahrheit. Dass jede Logi(sti)k dem "Rauschen des Realen"⁵⁶⁴ unterworfen ist, gehört zu den grundlegendsten Einsichten von Akustemik. Der platonische Logozentrismus wird hier vom tatsächlichen "Sound" der Welt *geerdet*.

Im akustischen Schweigen artikuliert sich etwas Unaussprechliches, dem bereits Psychoanalytiker wie Jacques Lacan lauschten und auf den Begriff des Realen brachten. Doch erst *acoustic studies* - und zu diesen gehören nicht nur menschliche Ohren, sondern auch hochtechnische Messmedien selbst - sind in der Lage, die Stille nicht gleich wieder semantisch aufzuladen, sondern sich ihr vollkommen unhalluzinatorisch zu stellen.

MEDIENARCHÄOLOGISCHE ERFORSCHUNG VON AKUSTIK ALS HERAUSFORDERUNG DER MUSIKALISCHEN ORDNUNG

Aufklang mit Helmholtz

Eine Statue des Wissenschaftsgiganten Hermann von Helmholtz dominiert heute gebieterisch den Eingang zum Hauptgebäude der Humboldt-Universität zu Berlin. Geradezu in Stein gemeißelt ist hier die privilegierte Allianz von Musikwissenschaft und Acoustic Studies im Speziellen, und von Natur- und Geisteswissenschaften im Allgemeinen.

Als damaliger Bonner Professor für Anatomie und Physiologie hielt von Helmholtz 1857 einen Vortrag "Ueber die physiologischen Ursachen der musikalischen Harmonie"⁵⁶⁵. Es war kein Fachpublikum, sondern ein großes Auditorium von allgemein Interessierten, dem er ein auf den ersten Blick spezifisches Thema nahezubringen suchte: seine Lehre von

564 Frei nach Carl Wiemer, Im Rauschen des Realen. "La dernière bande" - Becketts medientechnologische Antwort auf Prousts Recherche, in: Romanistische Zeitschrift für Literaturgeschichte 25/1-2 (2001), 169-176

565 Publiziert in: ders., Populäre wissenschaftliche Vorträge, 1. Heft, Braunschweig (Friedrich Vieweg & Sohn) 1865

den Tönen als als den "physikalischen und technischen Fundamenten der Musik". Dass gerade die Musik, "die unter allen Künsten in ihrer Wirkung auf das Gemüth als die stoffloseste, flüchtigste und zarteste Urheberin unberechenbarer und unbeschreiblicher Stimmungen erscheint" (122), nun ausgerechnet mit Mathematik und Akustik "vom physiologischen Standpunkte aus" erschlossen werden sollte, war eine radikale Wendung idealistischer oder naturphilosophischer Ästhetik hin zur *acoustic science*.

Helmholtz holte sein geneigtes Publikum damals damit ab, dass er es ganz buchstäblich als Auditorium adressierte: nämlich dessen Gehör, indem er die auditive Wahrnehmung und neuronale Empfindung musikalischer Konsonanzen als dem Kernereignis musikalischer Harmonie thematisierte.

Damit verbunden war und ist zugleich eine Kritik am abendländischen Okularzentrismus, an der Privilegierung des Sehsinns, die spätestens mit der Einführung der Schrift an die Stelle des Ohrs als Wissenstransfer-Organ das Lesen setzte und dennoch - in seiner altgriechischen, bis heute gültigen Variante - als *Vokal*alphabet auf die Wahrung sprachlicher Stimmlichkeit beharrte.⁵⁶⁶ Lesen Sie diesen Text also nicht nur, hören sie ihn vielmehr ebenso. Das Auge - so noch einmal Helmholtz - kann zusammengesetzte Lichtwellen [...] nicht voneinander scheiden" wie das Ohr, das - wie Fouriers mathematische Analyse von Klängen in einfache Sinustöne nachgewiesen hat - ein Rechenorgan ist. Das Auge "hat keine Harmonie in dem Sinne wie das Ohr; es hat keine Musik"⁵⁶⁷.

Der Diskursstifter von Medienwissenschaft als akademischen Fach, Marshall McLuhan, setzte dem seit der Renaissance im Abendland dominaten perspektivischen Blick und der Dominanz des Optischen seit der Wissensaufnahme im Lesen, wo das Alphabet die orale Kultur ersetzte, den *acoustic space* entgegen, der in simultaner Weise mit allerlei hochfrequenten elektromagnetischen Wellen gefüllt ist.

Im (akustischen) Medium sprechen

Das Forschungsfeld der Acoustic Studies ist kein metaphorischer Begriff, sondern versetzt uns unverzüglich in den Gegenstand selbst. Anders als wenn ein Vortrag als Text "über" Akustik gedruckt und damit nachlesbar wird, ist er als Rede schon in einer radikal transitiven akustischen Situation, denn die Rede vollzieht zugleich das, worüber sie spricht. *Acoustic studies* zielen auf tatsächliche Signale und kippen damit vom

566 Dazu W. E. / Friedrich Kittler (Hg.), Die Geburt des Vokalalphabets aus dem Geist der Poesie. Schrift - Ton - Zahl im Medienverbund, München (Fink) 2006

567 Helmholtz 1857: 154

Symbolischen ins Reale eines Gemischs aus klanghaften Vokalen und geräuschhaften Konsonanten.⁵⁶⁸

Ein Fachvortrag in artikulierter Sprache bedarf der Raumakustik, um sich zu entfalten. Dies erlaubt damit zugleich, bereits "im Medium" zu sprechen: mithin ist jede Rede zu *acoustic studies* nicht schlicht Worte und Sätze "über" Akustik, sondern *immediat* auch immersiv *in* Akustik und gestattet damit eine *transitive Medienphilosophie*: ein Mediendenken, welches philosophische Abstraktion (Ästhetik) und sinnesphysiologische Hörerfahrung (*aisthesis*) miteinander verschränkt. Eine solche Aufhebung der kartesischen Subjekt-Objekt-Dichotomie, die für den westlichen Denkhauhalt der Neuzeit so prägend geworden ist, wurde von der Quantenphysikerin Karen Barad nicht zufällig u. a. an einem akustischen Beispiel, nämlich der medizinischen Ultraschall-Sonographie in der pränatalen Diagnostik ins aktuelle Spiel der Kultur- und Medientheorien eingebracht.⁵⁶⁹

[Ein redender Medienwissenschaftler thematisiert die Acoustic Studies nicht nur in abstrakten Worten, sondern ebenso in eben jenem Medium der Akustik: über Luft, die den Kanal zwischen Redner und Auditorium bildet und beide Seiten als Bedingung akustischer Kommunikation miteinander verbindet.]

Akustemik als Medienarchäologie - auch menschenfern

In ontologischer Zuspitzung eines Begriffs des Anthropologen Steven Feld⁵⁷⁰ widmet sich Akustemik dem Kostbarsten, was die universitäre Wissenschaft in Forschung und Lehre gewährt: der Erkundung akustischen Wissens um der zweckfreien Erkenntnis selbst willen. Für einen Moment gewährt der akademischen Rahmen eine Atempause (oder Husserlsche *epoché*) von sozialer, politischer oder anderen Diskursen der Rechtfertigung solcher Erforschung.

Akustemik erforscht auditive Praktiken der Erkenntnisproduktion, während Sonifikation vor allem die menschenzugewandte Ermöglichung solcher Erkenntnis betrifft.⁵⁷¹

⁵⁶⁸ Siehe Unterkapitel 4.2 "Lucier and the Real", in: Bernhard Rietbrock, Alvin Lucier's Reflexive Experimental Aesthetics, Hofheim (Wolke) 2022, 98-111

⁵⁶⁹ Karen Barad, Meeting the Universe halfway. Quantum Physics and the Entanglement of Matter and Meaning, Durham / London (Duke University Press) 2007

⁵⁷⁰ Steven Feld, Acoustemology, in: Keywords in Sound, edited by David Novak / Matt Sakakeeny, Durham, NC (Duke University Press) 2015, 12-21

⁵⁷¹ Siehe etwa Axel Volmar, Stethoskop und Telefon - akustemische

Die (Medien-)Archäologie des Akustischen läuft auf eine Radikalisierung der Theorie des Sonischen hinaus, insofern sie den "kulturell geformten" Klang⁵⁷² seinerseits noch einmal ausklammert - zumindest für einen analytischen Moment, im Sinne der phänomenologischen *epoché* Edmund Husserls.

Der Begriff des Schalls selbst ist vom Drama dessen gekennzeichnet, was in der aktuellen theoretischen Avantgarde als das Verhältnis zwischen dem Humanen und dem "Nichtthumanen" verhandelt wird. Objektiv grenzt sich Schall von den elektromagnetischen Wellen ab, die uns unhörbar umgeben. Phänomenologisch ist er anthropozentrisch auf das menschliche Gehör verengt. Psychoakustisch bezeichnet er "vor allem das Geräusch, den Klang, den Ton, den Knall (Schallarten), wie er von Menschen und Tieren mit dem Gehör, also dem Ohr-Gehirn-System auditiv wahrgenommen werden kann"⁵⁷³, mithin das Frequenzband von 20 Hz bis 20 kHz. Doch Schall ist nicht unabdingbar an menschliche Hörbarkeit gekoppelt, sondern bezeichnet zuvorderst mechanische Schwingungen elastischen Medien - seien es Gas, Flüssigkeiten oder Festkörper). Es ist gerade diese subsemantische Dimension, welche die physikalische Akustik als Lehre vom Schall vom Primat der Verstehbarkeit als (musikalische) Hermeneutik und klangliche Semantik suspendiert.

Akustik und Zeit

Unter Akustik wird im spezifischen Sinn auch "Raumakustik" verstanden.⁵⁷⁴ Raumakustik "erhört" selbst hochfrequente Schwingungen, wie es bislang nur Fledermäusen gegeben war. Der Inhalt solcher Signalereignisse mag akustisch fassbar werden - doch ihre eigentliche Medienbotschaft ist die Zeit.⁵⁷⁵ In wellenförmigen Medien "the required information is embodied in the time-delay of the received waveform"⁵⁷⁶.

Technologien des 19. Jahrhunderts, in: Das geschulte Ohr. Eine Kulturgeschichte der Sonifikation, hrsg. v. Andi Schoon / Axel Volmar, Bielefeld (Transcript) 2012, 71-93

572 Dazu Peter Wicke, Das Sonische in der Musik, in: PopScriptum. Schriftenreihe (online), hg. vom Forschungszentrum Populäre Musik der Humboldt-Universität zu Berlin, Ausgabe 10 (2008): Das Sonische. Sounds zwischen Akustik und Ästhetik, <https://edoc.hu-berlin.de/handle/18452/21055>

573 <https://de.wikipedia.org/wiki/Schall>, Abruf 13. Juli 2024

574 Bernd Enders, Lexikon Musikelektronik 3. Aufl. 1997, 17

575 W. E., Im Medium erklingt die Zeit. Technologische Tempor(e)alitäten und das Sonische als ihre privilegierte Erkenntnisform, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2015

576 Philip Mayne Woodward, Theory of Radar Information, in: Transactions of the IRE Professional Group on Information Theory, vol. 1, no. 1 (1953), 108-113 (108)

Doch im Zeitalter hochfrequenter Kommunikationsmedien hat das elektromagnetische Radar die Rolle des vergleichsweise trägen Akustischen, die es beim Sonar noch einnahm, als "vehicle for the transmission of intelligence" ersetzt.⁵⁷⁷

"Zum Raum wird hier die Zeit", lässt der Gralsritter Gurnemanz in Akt 1 von Richard Wagners Bühnensingspiel *Parsifal* verlauten. Auch wenn die Geisteswissenschaften dieses Bonmot zum Überdruß zu hören bekommen, hat es aus klang-medienarchäologischer Perspektive unversehens einen nicht-transzendenten, präzisen Sinn. Die zwei Ohren des Menschen, als binaurale Perzeption, errechnen aus der winzigen Laufzeitdifferenz akustischer Signale die Dimensionen des Raums.

[Wenn eine Stimme die Luft in Vibrationen versetzt, "one hears first of all motion, displacement over time"⁵⁷⁸. Die eigentliche Botschaft ist hier Klang als *Ereignis*: "Im Medium erklingt die Zeit" (W. E.), und zwar nicht als ein transzendenter und damit nie wirklich faßbarer Signifikat, sondern als Bewegung. Dazu bedarf der Klang seiner Verkörperung als Akustik. Genau diese Zeit-Dimension geht verloren im digitalen Sampling von Klang: "time is nowhere represented in the sequence of numbers that constitute digital sound" (Evens ebd.). Doch es ist nichtsdestotrotz eine andere, zeit-diskrete Bewegung, die sich hier ereignet: Zeit sei "diskret" zu behandeln, so Turing in: *The State of the Art* - eine andere Form von Musikalität, weniger melodisch denn algorithymisch (frei nach Miyazaki 2013).]

Die Emanzipation der "Elektroakustik" vom Klang

Subkulturelle, d. h.: nichtsemantische Schallwellen entfalten im Akustischen eine eigenständige *aisthesis* eher denn eine "musikalische Ästhetik". Doch dies tun sie längst nicht mehr nur aus eigener Kraft. Es war die Welt (das technologische Apriori) der Elektroakustik, welche neue Umgangsformen mit dem Akustischen als "experimentelle Epistemologie" (Warren McCulloch) ermöglichten.

Ganz im Sinne der von Dirk Matejovski und Kathrin Dreckmann edierten Buchreihe *acoustic studies düsseldorf*, die sich

577 Fredrick Vinton Hunt, *Electroacoustics. The Analysis of Transduction, and its Historical Background*, Cambridge, MA 1954, 2. See the dissertation by Christoph Borbach, *Signal Propagation Delays. Eine Mediengeschichte der Operationalisierung von Signallaufzeiten, 1850-1950*, University of Siegen 2022

578 Aden Evens, *Digital Sound, Thought*, in: Bernd Herzogenrath (Hg.), *Sonic Thinking. A Media Philosophical Approach*, New York (Bloomsbury Academic) 2017, 281-308, hier zitiert nach der Online-Version DOI: 10.5040/9781501327193

medienkulturwissenschaftlichen Diskursen von Klang und Akustik widmet, meint "Sound" in der aktuellen Medienkultur den *technisch verfügbaren* Schall - von der E-Musik Karlheinz Stockhausens bis hin zur populären Musik.

HörerInnen eines akustischen Ereignisses ist es zumeist gleichgültig, ob dieser Schall elektronisch oder physikalisch, analog oder digital erzeugt wurde. Doch allem *sound* geht eine technische Apparatur voraus, welche ihrerseits *unhörbare* periodische Oszillationen erzeugt. Hierhin liegt die selten thematisierte, aber umso wirkungsvollere Macht technischer Medien über das menschliche Ohr. Das implizit sonische (innertechnische) Signal muss durch Lautsprecher akustisch werden, um menschenseitig überhaupt erst als expliziter Klang begriffen zu werden.

Sonik als technisch angeeigneter Klang ist ausdrücklich nicht auf jene akustischen Phänomene beschränkt, die Menschengenossen zugänglich ist. Im Sinne Meyer-Epplers sind gerade jene Schwingungen und Impulse interessant, die aus den elektrischen Schaltungen selbst hervorgehen, ohne den Umweg über Akustik respektive Schall zu nehmen - im Unterschied zu Pierre Schaeffers Philosophie des "objet sonore" als vorgefundenem Klang.⁵⁷⁹

In progressiver akustemischer Radikalität setzte Meyer-Eppler auf die allein durch ein nicht-menschliches Medium, nämlich das Tonband, ermöglichte "Umgehung des akustischen Stadiums"⁵⁸⁰ als Befreiung des Klangs als epistemisches Ding (frei nach Rheinberger), d. h. emanzipiert vom subjektiven menschlichen Gehör.

Akustische Kommunikation vs. elektromagnetisches Feld

Ausgerechnet ein Protagonist der frühen Videokunst, Bill Viola, definierte einmal bemerkenswerterweise das Wesen des elektronischen Fernsehbildes mit seinen (in Europa) 625 Bildzeilen als implizit sonischer Natur. Auch wenn es die meisten Ohren nicht vernehmen, schreibt der Kathodenstrahl gleich einem Gesumme das gelingende Videobild. Viola nennt dies ausdrücklich den "Klang der Einzeilen-Abtastung" - vielmehr

579 Siehe Elena Ungeheuer, Wie die elektronische Musik "erfunden" wurde ... Quellenstudie zu Werner Meyer-Epplers Entwurf zwischen 1949 und 1953, Mainz et al. (Schott) 1992

580 Werner Meyer-Eppler, Elektronische Kompositionstechnik, in: Melos, Bd. 20, Heft 1 (1953), 5-9 (7). Dazu Maximilian Haberer, Tape Matters. Ästhetik, Materialität und Klangkonzepten des Tonbandes, doctoral thesis, Faculty of Philosophy, Heinrich Heine University Düsseldorf (düsseldorf university press) 2023 (series Acoustic Studies Düsseldorf, vol. 8), chap. "Phonographendämmerung? Oder: Wie man mit dem Tonband philosophiert", 265-277 (267)

phonographisch denn ikonisch.⁵⁸¹ Viola schlägt von hier aus den Bogen zum Wesen oder Wissen der indischen Klangästhetik, die davon ausgeht, dass der Beginn jedes musikalischen Spiels der klangerfüllte Raum und nicht das Schweigen ist. Während der Westen den Klang zunächst vom Schweigen her und dann additiv aus Grund- und Obertönen sukzessive aufbaut, wirkt das indische Spiel subtraktiv: ein Filter, der aus dem weißen Rauschen als Omnipräsenz aller denkbaren Klänge die informierten Klänge herausfiltert. In diesem Sinne aber ist auch der hiesige Raum längst vom Gesumme hochfrequenter elektromagnetischer Wellen gefüllt - als *acoustic space*.

Es ist diese Konfrontation zweiter Welten: von akustischen Vibrationen einerseits und elektromagnetischen Wellen andererseits, die den Medienarchäologen in seinen Forschungen über die Orale Poesie im früheren Jugoslawien fasziniert. Für die Homer-Philologen Milman Parry und Albert Lord war die dortige Erforschung der Gedächtnistechniken post-homerischer Sänger streng sonotechnisch basiert: die Bedingung ihrer Analysen war die phonographische Aufzeichnung erst auf Aluminium-Direktschnittplatten, dann das elektromagnetische Tondrahtgerät.

Was eine Medienarchäologie des Akustischen umtreibt ist die Frage: Ist es ein Wesenswandel, wenn eine akustische Stimme in elektrische Signale gewandelt wird, die dann gekoppelt an entsprechende Messmedien für wissenschaftliche Forschung zugänglich wird? Auch eine Präsenzveranstaltung wäre als Videokonferenz geradezu "post"akustisch, wie es seit Corona-Zeiten Gemeingut geworden ist. Anders als für körpergebundene Stimmen in realen Räumen gilt, versenden Rundfunkmedien und Fernsehen körperlose Stimmen im elektromagnetischen Feld - selbst im akustikfernen Vakuum des Weltraums. Im Reich der W-LANs und der digitalen Funknetze ist die Emanzipation von der Akustik vollends geworden. Für Menschenohren unhörbar - denn Ohren reagieren nur auf Schallwellen, nicht aber auf Hertzsche Wellen oder Impulse - erklingt hier das, was der diskurstiftende Medientheoretiker Marshall McLuhan einmal den *acoustic space* nannte - aber eben nicht mehr als explizite Akustik, sondern implizit.⁵⁸² Und dennoch, das menschliche Gehör als Nachrichtensystem tut genau dies: es wandelt akustische Signale in ihren Kehrwert, nämlich elektrische Impulsketten, die dann im Gehirn neuronal

581 Bill Viola, *The Sound of One Line-Scanning*, in: ders., *Reasons for Knowcking at an Empty House. Writings 1973-1993*, hrsg. von Robert Violette, London (Thames & Hudson) 1995, 153-168

582 Siehe Edmund Carpenter / Marshall McLuhan, *Acoustic Space*, in: *Explorations in Communication. An Anthology*, Boston (Beacon Press) 1960, 67-69. Zum "implizit Sonischen" sihe (kritisch): Brian Kane, *Sound Studies without Auditory Culture: A Critique of the Ontological Turn*, *Sound Studies* 1, no. 1 (2015), 2-21

zu einer virtuellen Empfindung prozessiert werden.

Das elektromagnetisch Feld ist umso "musikalischer", je weniger wir es akustisch vernehmen können. Es ist implizit sonisch als hochfrequente Signalträger, und was von Informatikern als Algorithmus entworfen wird, wird hier zum pulsierenden Daten-"Algorhythmus" (frei nach Kollege Shintaro Miyazaki formuliert⁵⁸³).

Sonifikation zwischen Wissenschaft und akustischer Metaphysik

Lange wurde das Ohr als Wissensorgan vernachlässigt. Doch Hörbarmachung dient nicht nur der Orientierung im physischen Raum, sondern als Hörschule auch in Erkenntnisräumen.⁵⁸⁴

Der Deutschlandfunk hat einst mit seinem Radiokunst-Experiment Tweetscapes die Frequenz von Kurznachrichten im hiesigen Land akustisch erfahrbar gemacht, und selbst die Naturwissenschaft plädiert dafür, Atome nicht etwa nur sichtbar, sondern gleich einer phonographischen Abtastung auch hörbar zu machen - was ihrem Wesen näher steht als das photorealistische Bild.⁵⁸⁵

Und der Audiokommunikationswissenschaftler Stefan Weinzierl hat durch medienaktive (Re-)Auralisation des Teatro Olimpico in Vincenza zur Klärung der Frage beigetragen, inwieweit die Wiedergeburt der antiken Tragödie als neuzeitliche Oper mit architektonischen Verlagerungen im Verhältnis von Singstimme und Instrumentalmusik verbunden war.⁵⁸⁶

In Form von Sonifikation werden *acoustic studies* medienaktiv. Hier schlägt die Analyse in Synthese um. Das DLF-Feature von Julian Kämper *Durch die Blume hören. Sounds auf Pflanzenbasis* widmete sich am 16. August 2024 der Frage: "Was teilen die Pflanzen uns mit?"⁵⁸⁷

583 Shintaro Miyazaki, *Algorhythmisiert. Eine Medienarchäologie digitaler Signale und (un)erhörter Zeiteffekte*, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2013

584 Siehe etwa Axel Volmar, *Stethoskop und Telefon. Akustemische Technologien des 19. Jahrhunderts*, in: Andi Schoon / ders. (Hg.), *Das geschulte Ohr. Eine Kulturgeschichte der Sonifikation*, Bielefeld (Transcript) 2012, 71 – 93

585 Siehe 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

586 Siehe etwa Jens Holger Rindel / Claus Lynge Christensen, *Room Acoustic Simulation and Auralization. How Close can we get to the Real Room?*, WESPAC 8 (The Eighth Western Pacific Acoustics Conference), Melbourne, 2-9 April 2003, manuscript no. 1025

587 <https://www.hoerspielundfeature.de/durch-die-blume-hoeren-sounds->

Innerbotanisch generierter Schall ist dem menschlichen Ohr ohne medientechnische Prothese so gut wie unzugänglich. Zumeist werden implizit akustische Signale hier erst von analog zu digital gewandelt, um prozessiert werden zu können. Das Dazwischentreten dieser ganz und gar unsinnlichen techno- statt biologischen Zahlenwelt wird im sonischen Effekt von Klangkünstlern zumeist durch "musikalische" Modulationen ganz und gar dissimuliert. So wird aus Audifikation eine *Sonifikation*. Angeblich reagiert ein Pflanzenauditorium gar wohlwollend auf Orchestermusik.

Zum Doppelsinn von "Acoustic Intelligence"

Gewiss haben *acoustic studies* auch eine soziotechnische Dimension. Diesbezüglich bewegen sich die Untersuchungsfelder akustischer Phänomene "in einem semantischen Spannungsfeld zwischen Hören und Gehorchen"⁵⁸⁸, dem sich etwa die Forschergruppe "Acoustic Intelligence" am Heine Center for Artificial Intelligence and Data Science der Düsseldorfer Universität (HeiCAD) widmet. Mit fortschreitender Digitalisierung und kommunikativer Vernetzung gehen abweichend vom Okularzentrismus des Benthamschen Panoptikums auch *Abhörscenarien* einher - bis hin zu den notorischen Sprachassistenten.

Und doch geht die einst sinnesbezogene Überwachung längst auf abstrakte Datenverarbeitung jenseits des audiovisuellen Komplexes über. Diese Medienbotschaft ist die eigentliche Herausforderung im Übergang von der Überwachungs- zur Kontrollgesellschaft (frei nach Foucault / Deleuze). Hüten wir uns also vor einem Missverständnis von McLuhans Begriff des *acoustic space*⁵⁸⁹, so sehr er auch von Raumakustik inspiriert war. Gerade ihr nicht-akustisches Wesen macht die "Äther"wellen so mächtig und unheimlich zugleich, während jede akustische Artikulation den Menschen sogleich orientiert oder auch irritiert. Damit kommen wir zum Doppelsinn von *acoustic intelligence*. Ihre eigentliche Medienbotschaft liegt darin, dass die algorithmische Verarbeitung von *big data* gerade nicht mehr auf Verstehen - ob nun im manifest akustischen oder im tieferen hermeneutischen Sinne - angewiesen ist.

Die eigentliche *acoustic intelligence* - jenseits ihres militärischen oder überwachungsstaatlichen operativen Sinns - ist nicht einmal akustisch. Als Erkenntnisgegenstand umfaßt sie in viel weiterem Sinne auch jenen

auf-pflanzenbasis-dlf-46fc7244-100.html, Abruf 19. August 2024

588

<https://www.heicad.hhu.de/en/forschung/ki-forschung-an-der-hhu/acoustic-intelligence>, Abruf 17. Juli 2024

589 Siehe Edmund Carpenter / Marshall McLuhan, *Acoustic Space*, in: idem (eds.), *Explorations in Communication. An Anthology*, Boston (Beacon Press) 1960 [4th ed. 1968], 65-70

acoustic space, als den Marshall McLuhan einmal die Sphäre der elektromagnetischen Wellen bezeichnete, die klangförmiger Struktur sind, selbst wenn sie nicht unmittelbar (es sei denn: durch medientechnische Re-Sonifikation) von menschlichen Ohren vernommen werden kann. Damit emanzipiert sich die Akustik von der Anthropozentrik des kulturellen Klangbegriffs, ganz so, wie *noise* in der Nachrichtentheorie nicht nur das hörbare Geräusch, sondern alle möglichen Formen statistischen Rauschens umfaßt - bis hin zu den generativen künstlichen neuronalen Netzen.

Acoustic intelligence ergreift inzwischen auch die kulturellen Stimm-, Klang- und Lautarchive. Was als Vergangenheit scheinbar längst verklungen ist, wird hier in unerwarteten Weisen hörbar. In digitalen Speichern kann mit Hilfe entsprechender Suchalgorithmen nicht nur, wie in herkömmlichen phonographischen Archiven, auf schriftliche Metadaten über die Klangaufzeichnungen zurückgegriffen werden, sondern auf die gespeicherten Sounddaten und ihre Struktur selbst. Daraus resultiert ein ein geradezu "algorhythmisiertes" (Miyazaki) Klangwissen, welches die medienarchäologischen Bedingungen technischer Klangproduktion und -speicherung gleichsam mitzuhören lernt.⁵⁹⁰

"Theatre of Memory" (Tim Otto Roth): Eine auditive Öffnung der Black Box Künstlicher Neuronaler Netzwerke

Akustik ist nicht allein ein Operationsfeld Künstlicher Intelligenz, welche bis hin zur medizinischen Diagnostik und zur forensischen Stimmerkennung als *acoustic intelligence* womöglich das bessere Gehör für sonische Muster hat. Akustik ist ihrerseits auch ein Weg, Künstliche Intelligenz besser zu verstehen. Der Forschungskünstler Tim Otto Roth setzt auf das Ohr als Wissens- und Erkenntnisorgan entgegen. Durch Sonifikation läßt seine Installation *Theatre of Memory* als ausdrückliches "Audioneuronentheater" ein primitives und gerade deshalb durchschaubares neuronales Netzwerk akustisch erfahrbar werden.⁵⁹¹ Es gehört zu den psychoakustischen Eigenschaften des Ohrs, dass es Abnormalitäten in Klangsignalfolgen und deren Symphonie zeitkritischer denn andere Sinnesorgane wahrnimmt - "[a] music that gives us an idea of the cognitive processes, which" - nichtsdestotrotz - "remain a mystery to us in their complexity."⁵⁹²

590 Dazu W. E., Das implizite Wissen der sonischen Signale – Klangarchive versus elektroakustische Speicher, in: Ute Holl / Jan Philip Müller (Hg.), *Radiophonic Materials*, Bd. 2 der Buchreihe "Radiophonics", Heidelberg (Kehrer) 2023, 429-439

591 Januar bis März 2024 im Tieranatomischen Theater auf dem Campus Nord der Humboldt-Universität zu Berlin

592

https://tieranatomisches-theater.de/project/ausstellung_theatreofmemory

Lassen sich die medien(kultur)wissenschaftlichen Sound Studies mit der Musikwissenschaft "versöhnen"⁵⁹³ oder stellt sie deren fortwährende Provokation dar?

[Der Komponist Johannes Brahms sah zum Ende seines Jahrhunderts (er starb am 3. April 1897 in Wien) nicht nur sein eigenes Lebensende ohne jede Aussicht auf ein transzendentes Weiterleben nahen, sondern in bemerkenswerter Nähe zu Hegels Theorem vom "Ende der Kunst" diagnostizierte er angesichts einer Vielzahl von Kompositionen seiner jüngeren Zeitgenossen ebenfalls "Das Ende der Musik"⁵⁹⁴ - jedenfalls in ihrer herkömmlichen Form harmonikaler Tonalität. Inwiefern ist der Musikbegriff im engeren Sinne daran gebunden?]

Zunächst steht eine Ausdifferenzierung von Akustik - Klang - Musik an⁵⁹⁵; zugleich sind diese drei Ordnungen respektive Felder gleich den Borromäischen Ringen in der Knotentheorie (als Forschungsgebiet der Topologie) unentwirrbar miteinander verstrickt.

Die Buchreihe "acoustic studies düsseldorf" umfasst klanglich-auditive wie genuin akustische Artikulationsweisen. Bemerkenswert ist daran die weitgehende Umgehung des klassischen Musikbegriffs. In der Tat lohnt hier eine nicht nur sachliche, sondern auch agonale und epistemogene Ausdifferenzierung.

Zum prekären Verhältnis von Musik(wissenschaft) und Akustik

Die Akustik ist zunächst nicht Gegenstand der Musikwissenschaft, sondern der Physik - und als solche eine bisweilen gar "ohrlose" Schalllehre⁵⁹⁶, die zwar einer messtechnischen Feststellung, nicht aber eines musikalischen *Verstehens* bedarf.

Nur eine Musiktheorie, die nicht die kompositorische Idee und ihr Aufschreibesystem namens Partitur fokussiert, sondern auch ihre notwendige akustische Verkörperung in Form von Klang thematisiert,

_2023_de, Abruf 20. Juli 2024

⁵⁹³ Elektronische Kommunikation von Anna Schürmer, 15. Dezember 2023

⁵⁹⁴ So der Titel der Sendung vom 10. November 2024 in der Reihe *Johannes Brahms* von Peter Uehling im "Radio 3" von Radio Berlin-Brandenburg (rbb),

https://www.radiodrei.de/programm/schema/sendungen/johannes_brahms/archiv/20241110_1400.html

⁵⁹⁵ Siehe W. E., *SONIC SIGNALS AND SYMBOLIC 'MUSICAL SPACE*, in: *Sound Stage Screen*, Bd. 3, Ausgabe 2 (2023), 107-129

⁵⁹⁶ Rieger 2006: 44

schlägt die Brücke zu den Acoustic Studies. Ferruccio Busonis *Entwurf einer neuen Ästhetik der Tonkunst* von 1916 steht dafür ebenso wie zuvor bereits Eduard Hanslicks Definition von Musik als "tönend bewegte Form".⁵⁹⁷

Bemerkenswerterweise ist das legendäre, von Pierre Boulez (nach seinem Scheitern mit der Max-Planck-Gesellschaft in Deutschland) gegründete Institut de Recherche et Coordination Acoustique / Musique (IRCAM) in Paris ein Querstrich-Institut, als sei das Verhältnis von Akustik und Musik nicht geklärt und vielmehr eine gegenseitige Irritation.

Steht "Musik" in diesem Zusammenhang für die platonische Harmonik (den Logos) von *mousiké* und die symbolische Notation (Partitur), kommt sie zum tatsächlichen Erklängen erst als tempoReales "Zeitobjekt" (wie es Husserls Phänomenologie definiert), im Sonischen als kulturell geformtem Klang.

Musik und Akustik: eine Mesalliance?

Gegenüber einer rein physikalischen Akustik versteht sich Akustemik als Erkenntniswissenschaft und ist damit zurecht in der Philosophischen Fakultät verankert. Jacques Attali schlug mit seiner Monographie unter dem unzweideutigen Titel *Bruits* eine Brücke zur ideologiekritischen Dimension von Akustik⁵⁹⁸ und Henri Lefebvre hat mit seiner Analyse von Rhythmen die musikalische Struktur urbaner Gesellschaften selbst offengelegt.⁵⁹⁹

Akustik - Sound - Musik

Acoustic research stellen eine radikaler Herausforderung an die kulturelle Ordnungsform namens Musik dar. Dazwischen bewegen sich die Sound Studies, die sich mit Künstlern wie John Cage einst von der Suprematie der musikalischen Harmonik und der Melodie lösten.

Eduard Hanslick hat Musik als "tönend bewegte Form" noch ganz logozentristisch gedacht, als symbolisch organisierte Materie. Diesem Idealismus gegenüber dekonstruiert ihre Definition als "organized sound" (Edgar Varèses Begriff), in der medienarchäologisch starken Lesart, diese

597 Eduard Hanslick, *Vom Musikalisch-Schönen*. Ein Beitrag zur Revision der Ästhetik der Tonkunst, Leipzig 1854

598 FO Paris 1977; Übersetzung ins Englische durch Brian Massumi: *Noise. The Political Economy of Music*, Minneapolis, MA (University of Minnesota Press) 1985

599 Henri Lefebvre, *Éléments de rythmanalyse*. Paris (Éditions Syllepse) 1992

platonischer Ästhetik. Akustisch in-formierte Materie hat ihren Medienbotschaft im Entzug (in der Flüchtigkeit) des Realen selbst.

[Die Verwirrung liegt im Englischen, nicht im Deutschen. Während im Deutschen der akustische Klang vom elektronisch gewandelten (analog) und prozessierten (digital) Sound geschieden wird, fallen im englischen Begriff von *sound* beide Welten indifferent zusammen.]

Helmholtz *musicus* (Rieger): ein akustisches Trauma der Musikästhetik?

Es bedurfte eines ebenso vom humanistischen preußischen Gymnasium wie von den aufblühenden Naturwissenschaften geprägten Forschers, um die musikalische Ästhetik auf eine empirisch messbare Basis zu stellen. Was Helmholtz mit Hilfe von zum Teil selbst konstruiertem Messgerät analysierte, schlug dann medientechnisch zur elektroakustischen Synthese, konkret: zum Synthesizer um, der seitdem die Klangwelten der Gegenwart prägt. Helmholtz zielt noch ganz anthropozentrisch (um nicht zu sagen: phänomenologisch) auf die Physiologie und Psychophysik des menschlichen Gehörs. Doch erst die technische Apparatur macht aus *acoustic studies* tatsächlich *acoustic science*.

Helmholtz Musicus betitelte Matthias Rieger seine Studie über "Die Objektivierung der Musik im 19. Jahrhundert durch Helmholtz' Lehre von den Tonempfindungen" (Untertitel)⁶⁰⁰. Doch unter der Hand hat dieser umgekehrt die Musik "verhelmholtzt", sprich: der *science* zugänglich gemacht, indem er den analytischen Fokus auf die Physiologie des Ohres und die Physik des Schalls lenkte. An die Stelle ästhetischer Musiktheorie rückt damit die Signalwelt wissenschaftlicher Instrumente, und (wie schon seit Mersennes *Harmonie universelle*) an die Stelle der geometrischen, also okularzentrischen Proportion das Schwingungsereignis. Die Zahl wird vom pythagoreischen Logos von Saitenlängen des Monochords als Frequenz zum Kehrwert der Zeitdomäne selbst. War die Definition des Tons als "Element" lange an der diskreten Kulturtechnik des Vokalalphabets und an der Geometrie des Punktes orientiert, entbirgt sich der Ton nunmehr nicht mehr als ausdehnungslose Entität, sondern als Zeitsignal.

"Für die höhere, geistige Schönheit der Musik"⁶⁰¹ aber fühlt sich

⁶⁰⁰ Darmstadt (Wiss. Buchges.) 2006, unter Bezug auf die 4. Aufl. 1877 der *Tonempfindungen*

⁶⁰¹ Hermann von Helmholtz, Ueber die physiologischen Ursachen der musikalischen Harmonie [Vortrag Bonn 1857], publiziert in: Vorträge und Reden von Hermann von Helmholtz, Bd. 1, Braunschweig (Friedrich Vieweg & Sohn) 1862, 5. Aufl. 1903, 119-155 (155); *online* <https://www.projekt-gutenberg.org/helmholt/musik/musik.html>

Helmholtz unzuständig: "Hier aber sind die Grenzen der Naturforschung und gebieten mir Halt." (ebd., Schlusssatz).

***Musical waves* - ein Oxymoron?**

Steve Goodman verkündet: "As a DJ, I have always felt like, at least in that period, surfing on a wave or surfing on a current of which every few years there was a new wave"⁶⁰² - und nicht schlicht "affektiv" in Massumi's Begriff einer vorbewußten Signalkommunikation. "So, Hyperdub was a way of tuning in to these waves and trying to, for someone with my background in philosophy, not just tune in to the musical dimension of that wave, but also the conceptual dimension of that wave." (ibid.)

Gibt es "musikalische Wellen", oder ist dies vielmehr ein Oxymoron? "Musical waves" gibt es nur im erweiterten diskursiven Sinn (etwa "waves of innovation", oder die New Wave als Epoche der populären Musik in den 1980er Jahren resp. der Nouvelle Vague im französischen Avantgarde-Kino. Wir sind aufgerufen, nach einer medienarchäologisch rigoroseren Ausdifferenzierung zwischen "Musik" (symbolische Ordnung), "Klang" (Peter Wickes Begriff des "Sonischen" als technokulturell geformtem Klang) und "Akustik" als dem physikalisch Realen zu differenzieren.⁶⁰³

In welchem Verhältnis stehen Musik und Klang?

Anders als in der christlichen Logos-Sarx-Theologie muss Musik im Sinne der antiken Theorie durchaus nicht Klang werden, um sich als Welt zu ereignen. Wicke schreibt vom "medium of sound as music" in dem Moment, wo kulturelle Muster den Klang strukturieren. Auditiv vernommen wird das akustische Ereignis; "verstanden" die Musik. Akustemik aber macht die Akustik selbst zum Erkenntnisobjekt. "What one hears in fact is the sonic overlaid with a musical grid."⁶⁰⁴ Unerbittlich referenziert Chions *acoulogy* auf die Materialität des Klangs.⁶⁰⁵ Es gibt die

602 Steve Goodman im Interview mit Guglielmo Bottin, EDM Theory and Fiction: The Conceptual Dimension of Musical Waves. A Conversation with Steve Goodman/Kode9, in: Sound Stage Screen, Vol. 3, Issue 2 (Fall 2023), 131-156 (142)

603 Zu dieser Unterscheidung (in Anlehnung an Lacan) siehe Kittler GFT 1985, xxx

604 Michel Chion, Sound. An Acoulogical Treatise, Durham (Duke University Press) 2016: 63

605 Dazu der Themenschwerpunkt »Musikalische Im/Materialitäten« im Rahmen der Jahrestagung der Gesellschaft für Musikwissenschaft in Köln, September 2024, Hochschule für Musik]

musikalische Idee zwar als Partitur, doch erklingt sie erst akustisch: "There is no software" (frei nach Kittler). Klang kann einerseits als "the sound of music" gedacht werden⁶⁰⁶ - aber dies ist noch eine logozentrische Ableitung. Alternativ dazu emanzipiert sich der *sound* vom Primat der musikalischen Ordnung hin zu Schall und Geräusch. Hierin liegt das ganze Drama der Medienkultur, weit über Popkulturen hinaus, und bis in die Untiefen der *hidden layers* künstlicher neuronaler Netze hinein. Nur der Logozentrismus unterstellt dem Klang eine musikalische Idee. Vielmehr unterläuft der *sound* die musikalische Ästhetik. Der *Toningenieur* und Sound Designer ist dem Komponisten ebenbürtig - ganz im Sinn des *disegno* in der Renaissance. Bruce Swedien, der Michael Jacksons *Off the Wall*-Album (Epich 1979) aufnahm, prägte den Begriff des "acusonic recording"⁶⁰⁷. Doch mit dem technischen *sound* löst sich die Akustik vom Raum zugunsten virtueller Klangwelten. Immer noch akustisch vernehmbar, ist sein eigentliches Wesen schon gar nicht mehr sonorealistisch. "[...] the sound design that became dominant in the 1960s largely emancipated sound in music from spatial acoustics"⁶⁰⁸; das menschliche Gehör wird seitdem vielmehr von Kopfhörern geleitet.

Acoustic Research (ein Tagungsthema im Rahmen der Jahrestagung der Gesellschaft für Musikforschung, September 2024 an der Hochschule für Musik und Tanz in Köln) lenkt das "Ohrenmerk auf das Klingende unter technischen / digitalen Bedingungen" (Anna Schürmer, Call for Papers). Der Querstrich trennt hier signifikanterweise schon zwischen Hard- und Software.

"Im Rauschen des Realen"⁶⁰⁹: Transokzidentale Musikwelten erschließen

Seitdem der Chemiker (also *scientist*) Erich Moritz von Hornbostel am Berliner Phonogrammarchiv mitwirkte, fällt das Subsymbolische am Klang (bislang ungleich alphabetischer Literatur) nicht länger unter die

⁶⁰⁶ Peter Wicke, Sound, dispositif and power: sound formations in pop music, in: Sound Studies (online 23 July, 2024), 1-32 (Abstract); <https://doi.org/10.1080/20551940.2024.2379602>; siehe auch W. E., Zum Begriff des Sonischen (mit medienarchäologischem Ohr erhört / vernommen), in dre Schriftenreihe PopScriptum. (online), hg. vom Forschungszentrum Populäre Musik der Humboldt-Universität zu Berlin, Ausgabe 10 (2008), Themenschwerpunkt *Das Sonische – Sounds zwischen Akustik und Ästhetik*, <https://edoc.hu-berlin.de/handle/18452/21055>

⁶⁰⁷ Bruce Swedien, *Make Mine Music*, Oslo (MIA Musik) 2003, 152

⁶⁰⁸ Wicke 2024

⁶⁰⁹ Siehe Carl Wiemer, Im Rauschen des Realen. "La dernière bande" - Becketts medientechnologische Antwort auf Prousts Recherche, in: Romanistische Zeitschrift für Literaturgeschichte 25/1-2 (2001), 169-176

Wahrnehmungs- und Überlieferungsschwelle von Kultur. Mit der Signalaufzeichnung eröffneten sich neue Welt kulturell sonischer Tradition, wurden dann aber letztendlich wieder durch die diskrete Cent-Notation eingeholt⁶¹⁰ und am Ende durch die (scheinbar) subsymbolisch: digitale Aufzeichnung.

"Instrumental acoustics researchers" mit dem DX7 Synthesizer zur Resynthetisierung stimmlicher Polyphonie "used software spectral analysis tools to produce sinusoidal additive synthesis models of each vocal part"⁶¹¹. "Unfortunately, frequently this results in a blind application of existing techniques typically to some specific music culture without having a clear musicological goal or motivation." (12) Gerade daraus resultiert das Plädoyer für eine enge (wenn nicht: feste, im Sinne Heider 1926) Kopplung von Medien- und Musikwissenschaft (das einstige HUB- und weiterhin insistierende HHU-Modell). Techniknahe Signalforschung setzt neue Denkmöglichkeiten frei, die noch gar nicht vermutet wurden. So entspringt hier ein genuiner Technológos: algorithmische "solutions in search of a problem" (12).

Das akustische Unterlaufen der musikalischen Ordnung (bis hin zu KI)

Erst die phonographische, also medientechnisch ermöglichte Aufzeichnung von Zeitsignalen im Akustischen hat das Subsymbolische von Signalwelten entdeckt, erforschbar und synthetisierbar gemacht, und die Wissenschaft damit zeitweilig suspendiert vom Primat des kulturellen Codes von schriftlichen Alphabeten und musikalischen Notationen. Das "Frequenzgemisch der Geräusche im Akustischen"⁶¹² unterläuft die abendländische symbolische Ordnung und ermöglichte der vergleichenden Musikwissenschaft damit überhaupt erst die Aufzeichnung von Weltmusik. Akustische Medien eröffneten der westlichen Musikwissenschaften (ob nun kolonial oder postkolonial) nicht nur ein anderes Gehör, sondern auch eine andere Form von kulturellem Gedächtnis.

"Musik im festen Zustand (gefroren) lässt sich in Noten niederschreiben. [...] Bei Energiezufuhr lösen sich zuerst die lockerer zusammengefügte Melodiemoleküle [...] bis sich keine festen Töne mehr ausmachen lassen. Sie gleiten, vibrieren oder schwingen. [...] Die Musik verdampft zu Geräuschen"⁶¹³ - zurück zur Akustik, und in der symbolischen Ordnung unaufschreibbar.

610 Kittler 1986: 11

611 George Tzanetakis et al., Computational Ethnomusicology, in: Journal of Interdisciplinary Music Studies, Fall 2007, Bd. 1, Heft 2, 1-24 (9)

612 Kittler 1986: 10

613 Nicki Vermöhlen, Grundlagen zur Molekularstruktur der Musik in den verschiedenen Zuständen, in: Müller (Hg.) 1982, 60

Durch Speichermedien lässt sich der unerbittliche Zeitpfeil zwar aufheben oder als technische Zeitachsenmanipulation gar umkehren, doch dies seinerseits nur unter erheblichem Energieaufwand - und sei es der Strom selbst, was dann aus der physikalischen Makroperspektive wiederum die Entropie des Universums selbst erhöht. Diese Botschaft der Akustik ist unentrinnbar.

"In der Gasform lässt sich keine Ordnung mehr feststellen."⁶¹⁴

Thermodynamische Stochastik, wie sie dann Iannis Xenakis zu seinem musikalisch-mathematischen Kompositionsprinzip *en arché* erhob, ist das Gegenstück zum entropischen Informationsbegriff der digitalen Nachrichtentechnik, gemessen in Bits. Sie rechnet mit Wahrscheinlichkeiten, nicht mit Gewissheiten, nicht mit Wahrheiten, sondern mit Überraschungswerten. In den numerischen Gewichtungungen elektronischer Synapsen in den aktuellen neuronalen Netzen des maschinellen Lernens kehrt "Akustik" in ihrer epistemischen Dimension wieder ein. Der Ausgangspunkt generativer Ästhetik künstlicher Intelligenz sind nicht mehr Gestalten, sondern Rauschen, aus denen (ganz im Sinne Violas) sukzessive Muster herausgefiltert werden.

Medien- und / oder Musikwissenschaft

So, wie einst die "German Media Studies" sich als Ausgeburt der Germanistik autonomisierten, ist auch jede institutionelle Trennung von Musik- und Medienwissenschaft symptomatisch dafür, wie die Acoustic Studies sowie die Sound Studies aus der klassischen Musikwissenschaft auswandern und entweder als Medien- oder auch Kulturwissenschaft enden. Ist es somit der Klang, der Musik- von Medienwissenschaft trennt? John Cage in den USA, Pierre Schaeffer in Frankreich, und Karlheinz Stockhausen hatten bereits Mitte des 20. Jahrhunderts mithilfe von Schallplatten, Tonband und Radiotechnik den *sound* von der Definitionshoheit der Musiktheorie befreit. In techno-logischer Konsequenz vermag sich Medienwissenschaft damit unvoreingenommen(er) mit der schieren Ereignishaftigkeit sonischer Signale zu befassen, unbelastet von ästhetisch überdeterminierter kultureller Semantik.

Am Ende erklingt der Tristan-Akkord

Geradezu sinnbildlich für die Optionen und Scheitern von transdisziplinären Allianzen der Acoustic Studies am Institut für Musik- und Medienwissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin⁶¹⁵ steht auch die

⁶¹⁴ Nicki Vermöhlen, Grundlagen zur Molekularstruktur der Musik in den verschiedenen Zuständen, in: Müller (Hg.) 1982, 60

⁶¹⁵ Nach einer anfänglichen Verschränkung in Form des gemeinsamen

Dualität des Akronyms ihrer Fachverbände: GfM steht für die Gesellschaft für Medienwissenschaft einerseits, für Musikwissenschaft andererseits. Passend zur Trennung von Musik- und Medienwissenschaft an der HUB erklingt der so genannte Tristan-Akkord:

<https://soundcloud.com/musicoff/richard-wagner-tristan-akkord>

Der verminderte Septimakkord in Richard Wagners Oper *Tristan und Isolde* steht für jenen Aufschub des Begehrens nach Harmonie, der das Leben selbst versinn(bild)licht, ein tempoReales Katechon, dessen Entschlüsselung keiner anderen als der genuin musikwissenschaftlichen Ekphrasis gelingt. Und doch schickt sich die aktuelle Affekt-Forschung an, jene Ereigniswelten neurowissenschaftlich aufzuschlüsseln, die sich in jener "Zehntelsekunde" (Brian Massumi) ereignen, die der bewussten musikalischen Empfindung vorausseilt.⁶¹⁶ Der Tristan-Akkord ist eben kein narrativ-ästhetisches Leitmotiv mehr, sondern ein "Leitklang"; er wird also genuin akustisch verstanden (und damit nicht schlicht idealistisch "gedacht").

Wagners „Urszene“ kann nicht als symbolisch kodierter Text, sondern nur im zeitkritischen Medium Klang vollzogen werden: '[Liebes-]Sehnsucht mit Erlösung im Tode'⁶¹⁷. Damit wird der Tristan-Akkord zum "Inbegriff spätromantischer Harmonik, die seitdem an Halt und Bindekraft zur Tonika mehr und mehr verliert, bis es schließlich gegen 1910 zum vollkommenen Umschlag in die Atonalität kommt"⁶¹⁸ - wobei diese "Emanzipation der Dissonanz" zwar nicht erst bei Wagner beginnt (ebd.), aber erst in der elektronischen "Musik" tatsächlich gelingt, weil sie sich endgültig vom Anthropozentrismus einer Wahrnehmungslehre löst, der zufolge (wie noch von Aristoteles's *De anima* bis hin zu Jonathan Sternes *The Audible Past* behauptet) der erklingende Ton nicht ohne das menschliche Gehör existiert.

Bachelorstudienganges Musik & Medien ist die Auflösung des Instituts zum Ende 2025 beschlossen.

⁶¹⁶ Siehe auch Wolfgang Müller, Anleitung zur Ertastung von Vor-Schleifspuren im Kopfgetriebe, in: ders. (Hg.), *Geniale Dilletanten <sic>*, Berlin (Merve) 1982, 85 f.

⁶¹⁷ Siehe Martin Geck, *Wagner. Biographie*, München 2012, S. 29; ferner Wolfgang Fuhrmann, Art. „Leitmotiv“, in: *Das Wagner-Lexikon*, Daniel Brandenburg, Rainer Franke und Anno Mungen (Hrsg.), Regensburg 2012, S. 387–390

⁶¹⁸ <https://de.wikipedia.org/wiki/Tristan-Akkord>, Abruf 7. August 2024