

MEDIENTHEORIE ALS MEDIENARCHÄOLOGIE. Modulare Einsichten (II)

SONISCHE MEDIEN

Funktionale Medienarchäologie: Takte, Oszillationen, Frequenzen
Magnetophonie jenseits des Vokalalphabets
Aufzeichnung tötet Gesang? Techno-analytisches Hören
Universale Resonanzen (S.E.T.I.)
Tonaufzeichnung in technischen Schriften
Eine Differenz an der Zeit: Licht un/gleich Schall
Schwingungsfähige Medien: eine *String*-Theorie
Klanganalyse als Medientheorie (Gabor, Meyer-Eppler)
An den (Meß-)Grenzen der Medientheorie: Quantenphysikalische Erscheinungen

UN-MEDIEN

Das widrige Dazwischen, der Äther, EM Wellen
Nicht (mehr) Maschinen, sondern Elektronik als medientechnische Eskalation
Konkrete Verdinglichung einer Medientheorie: die Elektronenröhre und die "Radiorundschaltung" Weihnachten 1942
Immer wieder: Medienbegriffe (Heider, Hertz, Heisenberg)
Das Erbe des 19. Jahrhunderts: Organizistische, mechanische, energetische und psychophysische Medientheorien
Sinnesphysiologie und Medientechnik
Abseitige Medientheorien *avant la lettre* (Aristoteles, Hegel)
Das Dazwischentreten der Diskurse: obskure Medientheorien (Radiographie)

SONISCHE MEDIEN

Funktionale Medienarchäologie: Takte, Oszillationen, Frequenzen

Medienarchäologie als spezielle Methode der Medientheorie erforscht nicht primär - wie der Begriff vordergründig suggeriert - die historischen Anfänge technischer Medien, sondern vielmehr deren prinzipiellen Bedingungen (die *arché*): ihre epistemologische Denkbarekeit sowie ihre tatsächliche Operativität.

Der kybernetische Mechanismus der Waaghemmung beispielsweise, in benediktinischen Klöstern zu Ende des Mittelalters an der Räderuhr ins Werk gesetzt, erweist sich aus dieser Perspektive als seinerseits zeitinvariantes epistemogenes Ding, weil sich damit die Praxis von Erzeugung gleichmäßiger, ungedämpfter Oszillationen unter der Hand eintaktete, bevor erst Generationen später dafür eine Theorie der Schwingungen, der Perioden, der Frequenzen definiert wurde, wie sie an schwingenden Saiten eines Instruments bis zu Funkmedien operativ sind.¹

¹ Dazu W. E., Medienmonastik. Taktung im Widerstreit zwischen Liturgie und Maschine, in: Jens Schneider (Hg.),

Ebenso brauchen wir den Namen Pythagoras nicht auf eine quellenkritisch dubiose Person Altgriechenlands zu verflchten, sondern nehmen ihn als Bezeichnung 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; 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 mediale 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: „the breaking up of complicated motions into sums of simple oscillations“ <Wiener 1964/1976: 544>. 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 in wundersamer Analogie von physikalischer und elektronischer Welt auch auf

Übertragungsmedien wie Radio und Fernsehen "übertragen" läßt (laut McLuhan sind alle Medien "metaphorisch"; der Begriff wird hier zu seiner eigenen Tautologie), bis hin zu Schwingungsvorgängen in der Quantenphysik. Und einmal mehr zeigt sich, daß die Gegenstände der Medienwissenschaft (wie ihre Theorien) an makrophysikalische Technikkultur einerseits, an mikrokosmische Prozesse andererseits angrenzen.

Jeder noch so komplizierte Klang kann bekanntlich auf eine Summe harmonischer Schwingungen (reine Sinustöne also) zurückgeführt werden. 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: und die Saite schwingt, sie entfaltet ihre akustische Artikulation erst im Vollzug (was sie mit technischen Medien teilt). Zu jedem gegebenen Moment ist ein Klang also 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* wir uns dies (ganz in der Tradition von Chladnis "Klangfiguren") anhand der Oszillogramme und Spektrogramme dieses Vorgangs an einem computergespeicherten Tonbeispiel; in diesem Fall wird keine Zither, sondern die einsaite Gusle gespielt:

Doch vergessen wir nicht: Die Skalen und Interfaces von Meßmedien, also der genuin medienarchäologische Einblick in dynamische Vollzugsformen, läßt uns als Bild oder Ton - wenngleich es sich durchaus indexikalisch zum elektromagnetischen und digital verarbeiteten Vorgang verhält - 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.

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"². Dementsprechend gründet Medienarchäologie ebenso im Alphabet wie in der Zahl. Bertrand Russel 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"³, 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 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'"⁴; 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“

² 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)

³ Bertrand Russel, *The Scientific Outlook*, zitiert in: Beer 1996: 182

⁴ Augustin Ditzl, *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.

<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.>. In der Tat eröffnet sich hierin die Gleichursprünglichkeit von Medienprozessen und musikalischem Vollzug als Schwingungsprozessen.

"Zwischen Energie und Zeit besteht ebenfalls eine Unschärfebeziehung, die aber von anderer Natur ist <...>. 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 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."⁵

Zeit ist hier ein Parameter und kein Operator; es wird als Δt derjenige Zeitraum angesetzt, innerhalb dessen sich die Energie E des Teilchens im Mittel um ΔE ändert. "Zustände des Teilchens, in denen sich die Energie stark ändern kann (z. B. Anregung durch Licht und Übergang in den Grundzustand), werden also nur kurzlebig sein (kleines Δt), und umgekehrt" <ebd.>.

Magnetophonie jenseits des Vokalalphabets

Jesper Svenbro hat in seiner Studie *Phrasikleia* dieses akustische We(i)sen griechischer Inschriften, die den Leser unmittelbar ansprechen, analysiert.⁶ *Ex negativo* erschließt Platon die Eigenschaften der vokalalphabetischen Schrift: Kommunikation unter nicht-Anwesenden wird möglich. "[D]ie griechische Schrift ist <...> vor allem ein Werkzeug zur Klangerzeugung"⁷, bedarf dazu aber der menschlichen Vokalisation oder auditiven Halluzination. Erst mit Phonographie aber werden Stimmsignale in Medientechnik autonom.

Der Forschungsthese Barry Powells zufolge wurde das Vokalalphabet mit seiner spezifischen Vokalnotation gerade zum Zweck erfunden, die Musikalität der Prosodie Homers aufschreibbar zu machen. Doch um altphilologisch untersucht zu

⁵ <http://de.wikipedia.org/wiki/Unschärferelation>; Zugriff: 28. November 2007

⁶ Jesper Svenbro, *Phrasikleia*. Anthropologie de la lecture en Grèce ancienne, Paris (La Découverte) 1988

⁷ Jesper Svenbro, *Phrasikleia*. Anthropologie des Lesens im alten Griechenland, München 2005, 10

werden, bedürfen Gesänge nicht der buchstäblichen Zeichen, sondern der akustischen Signale. Und so kommt es zum Austritt von real existierender Elektronik aus dem medienarchäologischen Fundus als Hauptdarsteller im Medien(theorie)theater, konkret: Magnetophonie in Form eines Fossils, des Drahtrecorders *Wire Recorder* der Firma Webster von 1948. Sobald die Elektronenröhren im Inneren aufglimmen und der magnetisierte Draht an der gewickelten Spule des Tonkopfs vorbeischnurre, erklingen Stimmen von Menschen und der *gusle*, eines Streichinstruments aus Serbien.

Jenseits analoger Signalwandlung aber vermag nun die symbolverarbeitende Maschine selbst zu sprechen - aus dem alphanumerischen Alphabet binärer Datenketten selbst. Wer *online* im Encarta World English Dictionary etwa das Wort „to know“ anwählt, erhält dort neben der lexikalisch-visuellen Information auch das Angebot „Hear this word spoken. Click the speaker icon of the best audio format for your computer“. Medienarchäologie aber insistiert auf der Einsicht, daß diese "sekundäre Oralität" (Walter Ong) in der digitalen Welt des Internet nur scheinbar eine Rückkehr zur multisensorischen Kommunikation darstellt. Die umso unerbittlichere Differenz liegt darin, daß die technifizierte Zahl (d. h. nicht nur symbolisch oder gar metaphysisch, sondern technisch operativ) dazwischengetreten ist.

Zunächst schien, nach der Epoche der Dominanz von Schrift und vor allem Buchdruck (definiert von Marshall McLuhan in seinem Werk *Die Gutenberg-Galaxis* von 1962), mit Schallträgern wie dem Phonographen von Edison (seit 1877) und dem Tonband, eine sekundäre, in technischen Medien selbst aufgehobene Form von Mündlichkeit in die abendländische Kultur eingekehrt zu sein. Der damit verbundene medienkulturelle Schock wird an zwei Szenarien auf Leinwand sichtbar. Vor aller Phonographie malt Elihu Vedder 1863 folgende Szenerie: *Der Befrager der Sphinx*. Vedders Ölgemälde auf Leinwand⁸ läßt auf dem Schauplatz einer archäologischen Urszene (der aus dem ägyptischen Wüstensand herausragende Steinkopf) auch die Skelettreste früherer, gescheiterter Befrager sehen; der Versuch, die Vergangenheit zum Sprechen zu bringen, scheitert notwendig an der Irreversibilität flüchtiger Artikulationen.

In der Epoche elektromagnetischer Aufzeichnungsmedien aber hat der postmoderne Künstler Mark Tansey die von Vedder vorgegebene Situation konsequent weitergemalt.⁹ *Recording* erlaubt die Stimme von Toten zu hören. Vilém Flusser hat unter Berufung auf den Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik dessen Antinomie, nämlich die Negentropie, als die Grundoperation von

⁸ Siehe Katalog Ägyptomanie. Ägypten in der europäischen Kunst 1730-1930, *Electa* <Jahr?>, Eintrag Nr. 180, 262f, Sigle „M. P.“

⁹ Mark Tansey, *Geheimnis der Sphinx*, 1984 (Öl / Leinwand), reproduziert in: Norbert Bolz u. a. (Hg.), *Riskante Bilder*, München (Fink) 1996, xxx

Kultur definiert: mit hohem Energieaufwand Ordnungszustände gegen die natürliche Tendenz aller Dinge zur Unordnung aufrechtzuerhalten.

Der nunmehr mit einem Mikrofon ausgestattete Befrager der Sphinx trägt im Gemälde Tanseys mit sich ein nicht-schriftliches, vielmehr elektromagnetisches Aufzeichnungsgerät - das Magnetophon. Frühe Tonbandspulen trugen klingende Namen wie "Permaton", und tatsächlich ist die magnetophone Aufnahme in der Lage, Stimmaufzeichnungen über Generationen hinweg (und allen *drop-outs* zum Trotz) aufzuheben. So haben auch die Audio-Aufnahmen von Parry und Lord - eher unbeabsichtigt, denn in ihrem unmittelbaren Interesse lag vielmehr die sofortige Transkription der Aufnahmen als Texte - über ein halbes Jahrhundert lang Stimme aufgehoben, die in den 1930er und 1950er Jahren einmal im früheren Südjugoslawien erklangen. So generieren technische Aufzeichnungsmedien einen neuen Gedächtniszustand in der kulturellen Ökologie: eine elektromagnetische Latenz, die es nach Entwicklung computerisierbarer Analysemethoden wie der Fourier-Transformation, ermöglichen, neue, von Altphilologen wie Parry und Lord überhaupt nicht bedachte Fragen an dieselben Stimmen zu adressieren. Das Medium Tonband respektive Drahtspule speichert damit potentielle Information, nämlich solche Signale, die zunächst gar nicht als Information wahrgenommen wurden. Hier habe Medien das bessere Kulturgedächtnis, weil sie einen strikt nachrichtentechnischen, nicht allein hermeneutisch-geisteswissenschaftlichen Begriff von Information haben - Information als Maß(einheit) für die Neuheit, also die Unerwartetheit einer Nachricht (Shannon 1948).

Wer McLuhan liest, stößt schon im ersten Satz seines Klassikers *Die Gutenberg Galaxis* von 1962 sogleich darauf: "Das vorliegende Buch stellt in mancherlei Hinsicht eine Ergänzung zu *Der Sänger erzählt. Wie ein Epos entsteht* von Albert B. Lord dar", worin - im Anschluß an Milman Parrys Forschungen - die These verfolgt wird, daß orale Dichtung grundsätzlich anderen Mustern folgt als die schriftliche, ja selbst die Verschriftlichung derselben mündlichen Poesie.¹⁰ Dann der Satz aus Lords Buch, der McLuhan entzückt: "Das gesprochene oder gesungene Wort, zusammen mit dem visuellen Bild des Sprechers oder Sängers, ist dagegen auf dem besten Wege, durch die Elektrotechnik seine alte Bedeutung wiederzugewinnen" <zitiert McLuhan 1992/ 1995: 2>.

Tatsächlich steht nun das Drahttongerät der "auditiven Funktion" <McLuhan ebd., 4> mündlicher Dichtung näher als jede, selbst die vokalalphabetische Schrift, die immer das Sehen (Lesen) privilegiert. Denn das elektromagnetische Feld

¹⁰ Marshall McLuhan, *Die Gutenberg Galaxis. Das Ende des Buchzeitalters*, Bonn u. a. (Addison-Wesley) 1995, "Prolog" 1-12 (1)

schwingt mit den vom Sänger (und der Gusle) erzeugten Frequenzen, anders, als es das Alphabet aufzuzeichnen vermag. Dieser Befund ist verbunden mit der medienarchäologischen Frage: In welchem Verhältnis steht die Saite zum Stahldrahtband des Wire Recorder? Im Unterschied zur Saite aus Pferdehaar speichert die Magnetspule, wenn sie als antiquarische jüngst erst erworben wurde - was? ein latentes Gedächtnis, oder vielmehr nichts (als Leerspule)? Und was geschieht, wenn diese Saite aus magnetisiertem Draht auf den Klangkörper einer Gusle gespannt und vom Bogen gestrichen wird? Hört ein elektrischer Tonabnehmer, vertraut von der E-Gitarre, interpoliert am Steg, hier Musik?

Aufzeichnung tötet Gesang? Techno-analytisches Hören

Zur alphabetischen, also symbolischen Fixierung von Kultur, also das 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"¹¹. 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 fotografiert worden", und "an dieser Aufnahme wurde hinfert jede Veränderung gemessen - sie wurde zum 'Original'."¹²

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

¹¹ Friedrich A. Kittler, *Aufschreibesystem 1800 / 1900*, München (Fink) 1985, 235f

¹² Albert B. Lord, *Der Sänger erzählt. Wie ein Epos entsteht* [AO 1960], München (Hanser) 1965, 185

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" <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 erhielt, "registrierte vielleicht nicht die letzten Nuancen einer bestimmten Form oder phonetische Feinheiten, die mit Hilfe einer genaueren Methode sichtbar würden" <186> - 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 beitragen), kommt es zur Bücherverbrennung in Berlin (Mai 1933).¹³ 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" <Lord 1965: 186>. Dies ruft nun geradezu nach einer Anwendung der 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 ja eine sehr konkrete Brückenfunktion zur Medienwissenschaft ausübt, heißt dies das in etwa: "Die Zeitreihenanalyse des neuronalen Codes durch eine Autokorrelation in Autokorrelationshistogrammen zeigt Maxima für Perioden, die den empfundenen Tonhöhen

¹³ Ein Argument im Feature des Deutschlandfunks *Das Vermächtnis der Epensänger*, Oktober 2006

entsprechen."¹⁴ 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 verkräften" <Lord 1965: 315>. Solch ein kulturtechnischer Vollzug konvergiert heute auf wundersame Weise 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 suchen¹⁵, 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.¹⁶

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 unbekannt Melodie das Handy 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.

¹⁴ Martin Ebeling, "Verschmelzung und neuronale Autokorrelation", *abstract* zum Vortrag Kassel, xxx. Siehe auch David Linden, Das Spiel der "Brain Players". Rhythmen im Gehirn, in: Junge Akademie Magazin (Berlin), 16f

¹⁵ Siehe W. E. / Stefan Heidenreich / Ute Holl (Hg.), Suchbilder, xxx

¹⁶ M. Grützmaker / E. Meyer, Eine Schallregistriervorrichtung zur Aufnahme der Frequenzkurven von Telefonen und Lautsprechern, in: ENT 4 (1927), 203-211; ferner M. Grützmaker, Die Fourieranalyse modulierter Frequenz, in: ENT 8 (1931), 476-480

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 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" interpretiert¹⁷, 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.¹⁸

Der euklidische Raum der klassische Physik und das kartesische Ideal von Vernunft und analytischer Geometrie ist laut McLuhan eine direkte Funktion des phonetischen Alphabets <McLuhan 1992/1995: 7>; 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.¹⁹ Mit dieser Beschreibung sind Impuls und Wellenvektor über die Plancksche

¹⁷ Claus Pias, *Adventures am Scheideweg*, Vortrag Bauhaus-Universität Weimar, 23. April 1999

¹⁸ 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>

¹⁹ Webpage "Elektronenbeugung" des RCL (Remotely Controlled Laboratories); URL: <http://rcl.physik.uni-kl.de> (Zugriff 7. Dezember 2006)

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" <de Broglie, zitiert von McLuhan 1992/1995:>; nicht nur als Massenmedien, sondern auf dem medienarchäologischen Niveau der Meßmedien sind Technologien hier operativ und diskurs- respektive wissenschaftstiftend.

Ein Blick auf die Rolle technischer Medien als Meßinstrumente ist damit unabdingbar - etwa das trans-optische 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 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"²⁰ - 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 (also Signalübertragung) geschieht grundsätzlich anders als in den alphabetischen, also symbolischen Techniken der Schriftkultur. "Die Elektronalität bricht mit der Schriftlichkeit", verkündet Albert d'Haenens in Anlehnung an McLuhan.²¹ Doch "Europa zögert vor der Herausforderung, denn man hat wahrscheinlich den

²⁰ Bericht "Die Vorleserin", in: reinHören 04/2006, 12

rakdiaklen Unterschied zwischen Schriftlichkeit und Elektronalität noch nicht hinreichend erkannt" <ebd.>; vielmehr "verschleiert" die Gegenwart nach wie vor diesen Umbruch. "Nehmen wir als Beispiel sprachliche Mittel: Man fährt fort, dieselben Worte für Operationen zu verwenden, die tatsächlich von denen völlig verschieden sind, die in früheren Zeiten - im Zeitalter der Schrift oder, früher noch, in der Zeit mündlicher Kommunikation - mit eben diesen Worten bezeichnet wurden" <ebd.>, etwa "Gedächtnis", wo es um elektronische Speicher geht, und "Kommunikation", wo es um Information geht (im Sinne von Shannon 1948). Bislang so genannte menschliche Kommunikation teilt sich damit auf in Physiologie und Informationstechnologie (frei nach Friedrich Kittler, *Aufschreibesysteme*). 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 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 *Medientheoria* 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

²¹ Albert d'Haenens, Eine neue Kultur begründen! Gefahren und Chancen an der Schwelle des elektronischen Zeitalters, in: Theodor H. Grütter / xxx (Hg.), xxx

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 Wechselstroms²²: "Das Phänomen wird dadurch frei, etwas anderes zu bezeichnen als den Apparat."²³ Vom "Medium experimenteller Erkenntnis"²⁴ zum 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"²⁵, 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.

Töne sind 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 (dessen maßgebliches Buch pikanterweise 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

²² 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

²³ 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)

²⁴ Engell ebd. Siehe Claude Bernard, *Introduction à l'étude de la méthode expérimentale*, Paris (Seghers) 1963

²⁵ Arthur C. Nielsen, *Television Audience Research for Great Britain*, Chicago (Nielsen Corp.) 1950. Auch dazu Engell 2009: 28f

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 prouuer la raison de l'octaue"), die eine genuin medienwissenschaftliche Methode darstellt: "Ie n'vse d' autres chose que des seuls mouuemens, ou batemens d'air."²⁶ 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 Untersuchung, "sondern die gezielte Einstimmung auf technische Fragen"²⁷ - eine theoretische Einstimmung, wie sie von den Vibrationen der Saite buchstäblich *induziert* wird. Damit verschiebt sich die Frage nach der Musik auf das Sonische (*le son*). So erfolgt ein *re-entry* der Engführung von Musik und Mathematik, wie sie Pythagoras als Denkfigur vorgab, doch unter verkehrten Vorzeichen der Zeit (im zweifachen Sinne).

Norbert Wiener betont, wie das mathematische Verfahren der harmonischen Analyse erst im Kontext konkreter physikalischer Herausforderungen und Ermögligungen reift:

"It is a falsification of the history of mathematics to represent pure mathematics as a self-contained science drawing inspiration from itself alone <...>. 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."²⁸

²⁶ Marin Mersenne, *Harmonie universelle, contenant la théorie et la pratique de la musique*, Paris 1963 (Nachdruck Ausgabe Paris 1636), Bd. 1, Af

²⁷ 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)

²⁸ 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.

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 ideale "Musik" manifestiert. Und nun die Bruchstelle zwischen dem antiken Interesse und der Neuzeit: "It is probably a mere picturesque feat of the imagination to push harmonic analysis further back than Huygens. In Huygens' principle <...> we resolve a wave front into a set of centers of instantaneous disturbances, and by continuing these disturbances over a small interval of time we are in some way able to determine the new wave front" <ebd., gedruckte Seite: 56>. Leibniz und Newton entwickeln dann das mathematische Werkzeug ("tool") zur Beherrschung dieser Analyse: die Differentialrechnung, fortgesetzt dann durch Euler und d'Alembert. "Among the simplest of partial differential equations is that of the vibrating string" <57> als eindimensionales medienepistemisches Ding. Die Saite "analysiert" in akustisch vernehmbarer Form auch unstetige Pulse: "A disturbance of any form, at least if it is smooth enough to have a slope, may be transported bodily along a string" <58>; diese Vibrationanalyse wird dann auf alle möglichen schwingenden Systeme, ob Hitze oder Licht, übertragen (Fourier, Young, Fresnel). Doch im Unterschied zur klingenden Saite wird hier die Erkenntnis unsinnlich (atheoría): "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" <62>. Inzwischen aber ist einem Forscherteam die Messung der Schwingungen des sichtbaren Lichts mit Hilfe eines "Attosekunden-Oszilloskops" gelungen - die Meßmedien konkurrieren zeitkritisch mit den ultraschnellen Schwingungen ihrer Objekte.²⁹

Und doch tritt Stochastik an die Stelle der klassischen Evidenz - eine zweite Loslösung von altgriechischer Episteme,

Masani, Cambridge, Mass. / London (M. I. T. Press) 1979, darin Seitenzählung 56-68

²⁹ Pressemitteilung der Max Planck-Gesellschaft vom 27. August 2004; siehe

<http://www.mpg.de/bilderBerichteDokumente/dokumentation/pressemitteilungen/2004/pressemitteilung2004082> (Zugriff: 9. Februar 2007)

die auf sensitiver Augen- und Ohrenzeugschaft basiert (ein Effekt des Alphabets, nach McLuhan). "The ideas of statistical randomness and phenomena of zero probability were current among the physicist and mathematicians in Paris around 1900, and it was in a medium heavily ionized by these ideas that Borel and Lebesgue solved the mathematical problem of measure" <63> - Theorie als Elektronenröhre. Die Elektronenröhre stellt einen medientechnischen Mikroweltraum aus Vakuum und Elektronenströmen dar.

Jean-Baptiste d'Alembert fand auf rein mathematischem Wege über die partielle Differentialgleichung ein Modell für die Saitenschwingung - analog dazu, wie später Maxwell das von Faraday entdeckte elektromagnetische Feld mathematisch so in den Griff bekommt, daß sie Heinrich Hertz zum Nachweis drahtlosen Funks führt. D'Alembert modelliert zeitkritisch den Prozeß der Saitenschwingung selbst. Die 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.³⁰ Gerade weil diese mathematische Operation die Verallgemeinerung auf beliebige Schwingungssysteme erlaubt, wird durch solche Analysis die schwingende Saite zum medienepistemogenen Vollzug.

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 dieses Meßgerät im Einsatz als "Wehenschreiber" in der Geburtsmedizin - hier signifikant kombiniert mit einem Frequenzmesser für den Herzschlag des Neuzugebährenden, als Verkreuzung von Schwingung und Takt zweier Subsysteme im Moment ihrer Ausdifferenzierung zu getrennten Systemen (was Körper kybernetisch begriffen sind).

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.³¹ Das so entstehende Bild wird zwar als Oszillogramm bezeichnet, ist aber keine phonetische Schrift mehr, sondern eine Darstellung

³⁰ 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 (= Mémoires de l'Académie des Sciences), Berlin 1747

³¹ <http://de.wikipedia.org/wiki/Oszilloskop>, Zugriff 19. Oktober 2006

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 in der Zeit 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 aufgefaßt werden kann. 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."³² Höchste naheliegende Organe der analogen Fourier-Analyse sind das menschliche Ohr (die Basilarmembran) sowie prothetisch die Helmholtz-Resonatoren.

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

Die Transformation eines reinen Sinus-Signals von der Zeitebene in die Frequenzebene erzeugt eine Spektrallinie:

"Die Fast Fourier Transformation ist eine schnellere Variante der diskreten Fourier-Transformation (DFT) und wird in der Multimediatechnik dazu verwendet, um Audiosignale in einzelne

³² <http://www.video-4-all.info/glossar/fourier.html>, Zugriff: 18. Oktober 2006

Sinus-Schwingungen und diese wiederum in die entsprechenden Spektralfrequenzen zu zerlegen."³³

Dieses Verfahren läßt sich an der Kultur des VLF-Radioempfangs und der Kommunikation mit Außerirdischen illustrieren.

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:

Abb.: Fast Fourier Transformation (FFT) eines SETI-Signals³⁴

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 in Frage kommen"³⁵ - 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:

"Eine brauchbare Analogie wäre die Aufzeichnung Deiner Stimme,

³³ <http://www.itwissen.info/index.php?aid=8844&id=31>; Zugriff: 18. Oktober 2006

³⁴ Screenshot aus: http://www.setigermany.de/SETI_erklaerung/reference/fft.htm; Zugriff 19-10-06

³⁵ Reinhard Breuer, Schweigt da draußen wer?, in: Geo Nr. 2 v. 6. November 1989, 167-170 (167)

dargestellt auf einem mit einem Mikrofon ausgerüsteten Oszilloskop. Der Schirm stellt dabei auf der horizontalen x-Achse die Zeit dar, auf der vertikalen y-Achse die Signalstärke, entsprechend dem Luftdruck vor dem Mikrofon. Ein solches Signal ist für unsere Zwecke eher ungeeignet. Wir würden viel lieber sehen, ob es irgendwelche konstanten (und lauten) 'Töne' im 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."³⁶

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?"³⁷ Hier wird eine *copyright*-Frage zur technologischen 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 (Wachszyylinder und Phonograph) gerade nicht aus - 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

³⁶ http://www.setigermany.de/SETI_erklaerung/reference/fft.htm; Zugriff 19-10-06

³⁷ 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)

Shannon/Nyquist: Um menschliche Ohren zu täuschen, d. h. den Eindruck verlustfreier Signalrekonstruktion im Akt der analog/digital-Umwandlung zu erzeugen, ist eine Abtaststrategie 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.

Damit zurück zur Theorie und Praxis der Helmholtz-Resonatoren, also jenen Kugeln, die analog Fourier-Analyse leisten, indem sie Klänge, also komplexe Zusammensetzung von Schwingungen, in ihre Einzelschwingungen aufzulösen vermögen, da sie auf je eine Frequenz (identisch mit ihrer Eigenfrequenz) ansprechen. Die Atmosphäre unseres 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* (nach einem Wort von Axel Volmar).

Allgemein werden solche Klänge in der Meteorologie zur Wettervorhersage herangezogen. Dabei stellt sich beständig die Turing-Testfrage für das Verhältnis von Himmel und Erde selbst - denn wer oder was 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 Phänomen ist den Funksportlern vertraut; ein Buch über *Längstwellenempfang* zeigt "fischförmige Signale"³⁸, 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.

³⁸ Harald Lutz, *Längstwellenempfang mit dem PC*, Marburg (beam) 2004, 33 (Bild 35)

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.³⁹ 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. Und am Ames-Forschungszentrum der NASA in Nord-Kalifornien werden Sterne mit Radioteleskopen abgehört, die bis zu 100 Lichtjahre von der Erde entfernt liegen.

Denn 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 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. Auf der Suche nach Signalen außerirdischer Intelligenz werden alle Sendefrequenzen überwacht, "die mit einiger Wahrscheinlichkeit

³⁹ Frei formuliert nach: Claus Pias, Kontakt. Über die Kommunikation mit Außerirdischen, Vortrag an der Kunsthochschule Berlin-Weißensee (KHB), 29. Juni 2004, abstract

in Frage kommen"⁴⁰ - somit sich die verräuschte *signal-to-noise ratio* als Problem stellt. 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 *vertrauten* 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 Galileo 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.⁴¹ 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.

Wissenschaftlich zur Seite steht S.E.T.I. die Vermessung von

⁴⁰ Reinhard Breuer, Schweigt da draußen wer?, in: Geo Nr. 2 v. 6. November 1989, 167-170 (167)

⁴¹ *maritim Langspielplatten* (Gruner + Jahr, . Hamburg); Herstellung: Sonopress, Mohn OHG (Gütersloh) LC 2525, auch als Stereo 47 650 NW

Gravitationswellen (von der unter dem schönen Titel *Warten auf die Welle* passenderweise der Deutschlandfunk am 26. November 2006 berichtete). Albert Einstein formulierte solche 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. Einen "Quantensprung" solcher Meßmöglichkeiten aber wird es bedeuten, wenn nicht mehr Laser-Lineale auf der Erde aufgespannt werden, sondern drei 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. Achten wir daher - aus der Perspektive von Medienwissenschaft - 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. Nick Herbert beschreibt es unter der schönen These, "nur Werner allein" - gemeint ist Heisenberg - habe "die nackte Realität" gesehen - gerade weil er sie nicht *sah*, eine inhärente Grenze des *theoría*-Begriffs in der Quantenphysik:

"Keine Aufzeichnung, keine Messung. Nur jene Interaktionen in der Natur, die permanente Spuren (Aufzeichnungen) hinterlassen, zählen <Emphase W. E.> als Messungen. <...> Nur aufzeichnende Geräte haben die Macht, vielwertige Möglichkeiten in einwertige Tatsachen zu verwandeln."⁴²

Tonaufzeichnung in technischen Schriften

Durch Fourier-Analyse hat Kultur das Ereignis Klang in den numerischen Griff bekommen, indem sie eine Analyse des zeitlichen Ereignisses Klang 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 das die Motivwahl auf dem Buchumschlag des von W. E. / Friedrich Kittler edierten Buchs *Die Geburt des Vokalalphabets auf dem Geist der Poesie*; hier sehen wir einerseits 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"⁴³), 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.⁴⁴ 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

⁴² 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)

⁴³ 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

⁴⁴ Wolfgang Ernst / Friedrich Kittler (Hg.), *Der Ursprung des Vokalalphabets aus dem Geist der Poesie*, München (Fink) 2006

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 vokalphabetisch 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" mehr⁴⁵, und laut Norbert Wiener weder Materie noch Energie, sondern Information. *Zwischen* Materie und Energie tritt medienoperativ, also 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.⁴⁶

Hiermit kommen erneut technologische Medien als Meßmedien ins Spiel. Vielleicht steht das Sonoskop gerade als digitales Gerät auf Seiten der Quanten, weil es quantisiert. 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.⁴⁷ Wenn Norbert Wieners mathematische Kybernetik harmonische Klanganalyse "sub specie aeternitatis" gegen kleinste zeitliche Änderungen ausspielt, erinnert dies an jenen Neuplatonismus, in dem die Bedeutung des Wortes *aión* (Ewigkeit) dahingehend verschoben wurde, daß

⁴⁵ Martin Heidegger, *Überlieferte Sprache und technische Sprache* [*Vortrag 1962], St. Gallen (Erker) 1989, 19

⁴⁶ Siehe Timothy Druckrey, *Chaos-Piloten/Ereignis-Horizonte*, in: Elisabeth Schweeger (Hg.), *Granular Synthesis / Gelatin*, Ostfildern-Ruit (Cantz) 2001, 41-52

⁴⁷ 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.

sie "in kurzen, blitzhaften Momenten aufscheint"⁴⁸ - das Wesen der elektrischen Funken.

Der Medienarchäologen 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"⁴⁹ - oder durch elektronische Oszillatoren, ergänzt Medienwissenschaft.

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 Tönen⁵⁰, 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" <Barkowsky 1996: 5>, sei es nun die menschliche Stimme, Musikinstrumente oder die meisten Geräuschquellen. Da das menschliche Ohr seinerseits offenbar eine derartige Fourier-Analyse vollzieht, rückt das Theorem ins Zentrum einer dezidiert medienanthropologischen Sicht - im Unterschied zum technischen Recorder, der gerade nicht schon von sich aus

⁴⁸ Nils Rölller, 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*.

⁴⁹ In: ders., Vorträge und Reden, Bd. I, Braunschweig (Vieweg) 1896 (Erstaufl. 1865), 124f

⁵⁰ Allein Archytas von Terent wagt hier über Pythagoras hinauszugehen; dazu Kittler 2006

Klangaufnahmen fourieranalysiert. Was also macht die musikalische Differenz? Die Analyse der eingehenden Welle im Innenohr (Basilar membran) 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.

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

Dieses Verhältnis wird zu einem kultur-technischen in der am Rande der Parry/Lord-Expeditionen nach Südjugoslawien erstellte musikethnologischen Tonfilmaufnahme einer Darbietung des Guslars Avdo Medejovich.⁵¹ Was vermag das mit FFT erstelltes Spektrogramm solcher Gesänge zu erfassen? Gewiß den reinen akustischen Signalfluß, 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 Mathematik und medientheoretisch eingeholt wurde. Denn Grammophon und Film speichern akustische und optische Daten einerseits strikt seriell - gerade damit aber "mit übermenschlicher Zeitachsen-Präzision" <Kittler 1985: 252>. 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.⁵² 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; daran schlossen Milman Parry und Albert Lord an in ihrem Versuch, schriftlose homeroid Poesie

⁵¹ Abrufbar von der Webseite der Milman Parry Collection of Oral Literature, Harvard University ("Avdo movie2")

⁵² Dazu David J. Bolter, Writing space. The computer, hypertext, and the history of writing, xxx, 159

in Serbien-Montenegro zu fassen, und erhielt einen medientheoretischen Unterbau mit McLuhan 1962. Zugleich tritt mit Parry/Lord an die Stelle von Schrift als Stimmaufzeichnung der technische 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 Empire⁵³): Sprachliche Worte lösen sich, in elektromagnetische Impulse verwandelt, auf in klanglose Signalketten, die auf dem Grunde des Meeres nur flüstern "Let us be one"⁵⁴ - 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 Wirklichkeit jedoch hemmte sie die theoretische Entwicklung."⁵⁵ 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 aber "ist die einzig mögliche elektro-magnetische Fortpflanzungsart die Sinuswelle, während die digitale Elektronik auf dem Impuls aufbaut" <Catt

⁵³ 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

⁵⁴ Hinweis Daniel Gethmann, Tagung 100 Jahre Radio, ORF Wien, 19. Januar 2007

⁵⁵ 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

ebd.>.

Beschränken wir uns hier jedoch auf den sonischen Impuls. Fortan ist der Vokal A nicht der symbolische Garant für allen Anfang (die kulturelle Mythologie des Alpha/Aleph), sondern löst sich (aus medienarchäologischer Perspektive der Apparate - die hier vorgeschlagene Methode) auf, um fortan eher den Hunden denn den Menschen nahezustehen: "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."⁵⁶ Doch der Mund gerinnt auf Grammophon zu "his master's voice".

"Um 1900 wird die Ersatzsinnlichkeit Dichtung ersetzbar <...> durch Techniken" <ebd.>. Mit dem Begriff der "Ersatzsinnlichkeit" klingt Kittlers Mediengeschichtsmodell an: Die deutsche Romantik in Philosophie (Idealismus) und Kunst (Roman) nimmt proleptisch vorweg, was Medientechniken dann einholen - eine Variable also wird vorweg definiert, die dann positiv eingetragen wird.

"Das Grammophon entleert die Wörter, indem es ihr Imaginäres (Signifikate) auf Reales (Stimmphysiologie) hin unterläuft" <Kittler, a. a. O.>. 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.⁵⁷

"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."⁵⁸

Und am Ende (ver)heißt es in dieser hochwohlgeborenen Aufnahme: "Es hat mit sehr gefreut, auf Wunsch der Akademie der Wissenschaften meine Stimme in den Apparat hineinzusprechen

⁵⁶ Jacques Lacan, Die Psychosen. Das Seminar, Weinheim u. a. 1997, 166

⁵⁷ Tonträger-Signatur Ph 1-3, aus CD: Tondokumente aus dem Phonogrammarchiv der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, hg. v. Dietrich Schüller, Serie 2: Stimmporträts, Wien (Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften) 1999

⁵⁸ Transkription im Beiheft zur CD-Edition, 33

und dieselbe dadurch der Sammlung einzuverleiben."⁵⁹ 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 Mikrofon 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. Schauen wir auf die verschiedenen Repräsentationsmöglichkeiten eines Musikstücks in kulturtechnischer Notation (Notendarstellung), als oszillographische Anzeige des zeitlichen Verlaufs der Schallwellen (Audioanalyse), und als mathematisch-graphisches Frequenzspektrum (Fouriertransformation):

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

Hier sind nicht schlicht "verschiedene *Sichten* auf ein Musikstück" <ebd., 71; Emphase W. E.> realisiert, sondern damit auch 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, Hallanteile und Stereopanorama am realen Mischpult via MIDI-Verbindung zu steuern" <ebd., 72>. Die wahrhaft medienarchäologische Alternative zu dieser Re-Ikonisierung aber ist die Direkt-Programmierung (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

⁵⁹ 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

Vernunft statt Intuition; Operativität statt intuitiver, also dummer Schnittstellen.

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

Zunächst einmal 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"⁶⁰. Zum Zuge kommt hier auf Mikroebene ein optisches Verfahren analog zu dem, was Axel Roch anhand von Wasser(ober)flächen als Brechungsmedium beschreiben hat.⁶¹ Das epigraphisch traditionelle Nachzeichnen wäre 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 <ebd., 23>; 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 Autokorrelationspeaks, während die Kreuzrelationen im Rauschen liegen. Diese Form von *character recognition* ist medienarchäologisch strikt asketisch, im doppelt archäologischen Sinne: ebenso medienästhetik (der Blick der Optik statt des hermeneutischen Auges) wie mathematisch (Fourier-Analyse).

Nun sieht es so aus, als ob auch im visuellen System des Menschen optische Muster nach dem mathematischen Prinzip der

⁶⁰ Günther Wernicke, Holographische Zeichenerkennung an Keilschrifttafeln, in: Humboldt-Spektrum 4/95, 22-27 (22)

⁶¹ Axel Roch, xxx, in: xxx

Fourier-Analyse zerlegt werden - 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."⁶² Mit Gitterverfahren läßt sich die fraktale Dimension von Bildern bestimmen und auf diese Weise Zuordnung leisten: als Sortierung durch Computer.

Doch 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 für unsere Sensorik 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"⁶³. 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

⁶² 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)

⁶³ Mark Poster, "Digitale" versus "analoge" Autorschaft, in: Hermann Herlinghaus / Utz Riese (Hg.), Heterotopie der Identität, Heidelberg (Winter) 1999, 261-274 (268)

den Rillen nachfolgen, die Gestalt des Klanges wiedergeben
<ebd., 268f>

- 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" <269> - was den Bogen zu Ludwig Boltzmanns Sprechprobe von 1899 auf einen Wiener Phonographen schlägt, welche die Kopierbarkeit solcher Tonkonserven selbst thematisiert.

Wie grundsätzlich anders ist dies bei der digitalen Reproduktion, wo bekanntlich 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" <Poster 1999: 269>; betonen wir hier das *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 orientierte, obgleich das Modell des Vokalalphabets selbst schon eine Abstraktionsleistung gegenüber ikonischer Abbildung leistete, gegenüber ideographischen Schriften. In der Vokalnotation aber haftet das altgriechische Alphabet am physikalischen Ereignis des Klangs, hier analog.⁶⁴ Buchstäblich *dazwischen* steht das

⁶⁴ Siehe Poster 1999: 270, unter Bezug auf Walter Ong 1982

"Alpha" in dem Moment, der anfängliche Lautwert für den phönizischen Begriff (*aleph* = "Ochse") universal 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 von uns gelesen? Wenn hier die Person, die Energie, das Temperament des Autors McLuhans lange nach seinem Tod (1980) in erstaunlicher Gegenwart auf uns 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 re-produzieren (also für unsere 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" als zeitkritischem Quant, vielmehr ein temporaler Kurzschluß im Sinne der Elektrotechnik denn ein "geschichtlicher" Sprung. Unsere 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 unübersehbar "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 in seinem Buch *Medien-Zeit, Medien-Raum. Zum Wandel der raumzeitlichen Wahrnehmung in der Moderne* 1997 ansatzweise thematisiert hat.

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]." ⁶⁵ Boltzmann spricht die Reproduzierbarkeit an: Pikanterweise wurde die Walze am 22. November 1907 von Fritz Hauser umkopiert.

Ludwig Boltzmann begründete die statistische Physik. Seine Entropieformel lautet $S = k * \log W$. Die Transkription von Boltzmanns phonographischer Sprechprobe zeigt das Verrauschen der Stimme an, als solle die von ihm physikalisch definierte Entropie thermodynamischer Systeme sich hier durch ihn sprechen, auf seinen eigenen Grabstein auf dem Wiener Zentralfriedhof die so genannten Boltzmann-Formel meißeln ließ, seine eigene Vergänglichkeit damit nicht als allegorische Figur, sondern als präzise Formulierung sagend.

Abb.: http://de.wikipedia.org/wiki/Ludwig_Boltzmann; Zugriff 8-12-06

Neben dem in Stein gemeißelten Portrait Boltzmanns sehen wir seine Lebensdaten (1844-1906) und die Formel $S=k \cdot \log W$; dahinter stehen die Koordinaten des Ehrengrabs selbst (Gruppe 14C, Nummer 1).

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,

⁶⁵ Tondokument auf CD in Schüller (Hg.) 1999: Ph 887

dann die Analyse der simulierten Zuckung als Frequenzspektrum.⁶⁶

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.⁶⁷ 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 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."⁶⁸

Die Schwingungen des Oszilloskop korrespondieren ganz und gar analog als Index mit den Nadelkurven des Phonographen von Milman Parry, der Guslari-Gesänge aufzeichnet; dem gingen die physiologischen Aufzeichnungen mit dem Kymographen im 19. Jahrhundert (Emil du Bois-Reymond) voraus.

Ein neuer Typus von Elektroden erlaubt es der Physiologie und Neurobiologie heute, Nervenzellen nicht erst *post mortem*, sondern am lebenden Tier und ohne invasiven Eingriff in ihr Gewebe zu erfassen - gekoppelt an Methoden der Kernspintomographie, welche die jeweils bei Wahrnehmungs- und Erinnerungsakten aktivierten Areale im Gehirn sichtbar werden läßt.

Die Erkenntnis, daß Hirnfunktionen dynamisch ko-emergent, 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 Makro-Prothese komplexer Nervenwelten (im Sinne McLuhans) wird. Doch die eigentliche zeitkritische Botschaft ist eine Funktion der Meßmedien selbst: Wird durch

⁶⁶ Aktuelle URL: <http://www.thieme.de/elm/sim/nerv2.html>
(Zugriff 7-12-06) = Virtual Physiology - Neue Wege in der Lehre

⁶⁷ [Katalog/katalogdaten/animationen/kymographionversuch.html](http://katalog/katalogdaten/animationen/kymographionversuch.html)

⁶⁸ <http://rcl.physik.uni-kl.de>

solche Elektroden "die Aktivität zahlreicher Neurone gleichzeitig" erfaßt, lautet die Erkenntnis prompt, daß "Neurone im Gleichtakt zu schwingen beginnen", ein "synchrones Oszillieren"⁶⁹. 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. Ein Modell zur Analyse von Reaktionswerten einzelner Zellen im primären visuellen Kortex des Menschen zeigt es: Fourieranalytisch oder im Wavelet-Verfahren sind Bildsignale im Menschen wie in der Maschine analysierbar, etwa durch Gabor-Filter.⁷⁰

Als Funktion einer neuen Generation von Meßmedien setzt sich die Einsicht einer primordiale Synchronisation gleichzeitiger "Feuerung" von Impulsen durch. Diesen zeitkritischen Mechanismus zu erforschen gerät an die Grenzen der Möglichkeiten des Labors und "macht völlig neue Algorithmen und andere informationsverarbeitende Strukturen erforderlich", so daß "viele der mit Hirnforschung befaßten Physiker und Mathematiker von der theoretischen Seite her eine Lösung suchen" <ebd.>. Hier erinnert der Fachbegriff der Nervensignalführung selbst an den Ursprung der technischen Kybernetik aus der Feuerleitung in der Flugabwehr des Zweiten Weltkriegs, also die *anti-aircraft prediction*, die mit mächtigen mathematischen Werkzeugen (wie dem Lebesgue-Integral) operierte, aber an der damaligen Rechenkapazitätsgrenze von (vorrangig) analogen Computern (vom Typ *Differential Analyzer* Vannevar Bushs) - scheiterte. Genau deshalb plädierte Norbert Wiener für den beschleunigten Einsatz von Elektronenröhren statt Relais in digitalen Rechnern plädierte, also Rechnung im Medium der Elektrizität mit (fast-)Lichtgeschwindigkeit.⁷¹

Eine Differenz an der Zeit: Licht un/gleich Schall

Licht ist im Eingangskapitel von McLuhans *Understanding Media* und als die Karikatur einer leuchtenden Edison-Glühbirne auf dem Originalbuchumschlag das reinste Beispiel dafür, wie das technische Medium selbst schon eine Botschaft ist (sofern es nicht zur optisch-telegraphischen Morsezwecken oder als

⁶⁹ Barbara Hobom, Auf der Suche nach der universellen Sprache des Gehirns, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 284 v. 6. Dezember 2006, N2

⁷⁰ Siehe Systems Biophysics - Research, Website des Instituts für Neuroinformatik der Ruhr-Universität Bochum = <http://www.neuroinformatik.ruhr-uni-bochum.de/ini/VDM/research/computerVision/imageProcessing/wavelets/gabor/gaborFilter.html>; Zugriff 7. Dezember 1999

⁷¹ Dazu P. R. Masani, Norbert Wiener 1894-1964, Basel / Boston / Berlin (Birkhäuser) 1990, bes. 78 ff. über das Lebesgue-Integral für irreguläre Bewegungen

Leuchtreklame eingesetzt wird). Erst auf mikrophysikalischer Ebene der Medien aber wird die Botschaft von Licht die zeitkritische Verarbeitung von Information (Laserdisc). Doch 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 Panchons *Gravity's Rainbow* formuliert: Hört man die V2-Rakete in London sich nähern, ist sie schon eingeschlagen.

"Stimmt es, was einige Musiktheoretiker sagen, dass die Töne nämlich nicht zugleich unser Ohr erreichen, dass es uns nur so vorkommt und dass wir dies nicht merken, wenn es sich um eine nicht wahrnehmbare Zeitdauer handelt? Dementsprechend könnte man auch gleich sagen, dass wir deshalb glauben, zugleich zu sehen und zu hören, weil wir die Zeit dazwischen nicht merken. Das stimmt wohl nicht und es ist wohl unmöglich, dass es eine Zeit gibt, die nicht wahrgenommen werden kann und die wir nicht merken."⁷²

Erst an der mikrotemporalen Zeitwahrnehmung, im Δt , offenbart sich, "daß man existiert" <ebd.>. 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.⁷³, 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."⁷⁴ Von Baer korreliert Lebenszeit und Taktung der Wahrnehmung, so daß eine Stauchung des Menschenlebens auf

⁷² 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)

⁷³ 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)

⁷⁴ Karl Ernst von Baer, Schriften, Stuttgart 1907, 141

29 Tage eine Vertausendfachung der Taktung der 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 Gewehrkegel. Denken wir diesen Gedanken (mit Bernhard Siegert) nicht nur in Hinblick auf die Chrono- und Momentphotographie (Étienne-Jules Marey, Edward Muybridge, Ernst Mach) weiter, sondern darüber hinaus ins Reich der elektromagnetischen Wellen:

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.⁷⁵

Akustische, also Schallwirkung vermag unsere Wahrnehmung in ihrer spezifischen Anordnung von Tönen und Rhythmen anzusprechen – wenn sich die Zeit zur Musik konfiguriert.⁷⁶ Der Sinn für Mathematik und Logik stammt aus dergleichen Quelle wie der für Obertöne und musikalische Zusammenhänge; die Worte für Klang und Zahl (*harmonia* und *arithmos*) stammen aus dergleichen Wurzel. Unser Ohr lehrt den Menschen das Rechnen.

Der algriechische Sinn vertraut dem Kosmos. Doch selbst wenn alle Sterne leuchten, ist der Blick in den Sternenhimmel "ein trügerischer Schein" <Konen 1941: 133>, insofern etwas das Licht entfernter Fixsterne von Quellen zeugt, die längst verloschen sind. "Alles, was wir am Himmel sehen, w a r" <ebd., 134>. Als in Richard Wagners Oper *Die Nibelungen* die Tötung Siegfrieds gerade im Übergangsmoment von Geschehen zu Geschichte ist, fragt der Chor mit kleinem Intervall: "Hagen, was tust Du? Hagen, was tatest Du?"

Licht überbrückt die größten irdischen Entfernungen fast augenblicklich – aber eben nur "fast". Daß auch Licht eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit hat, ermittelte Olaf Römer 1676 anhand der Verfinsterung der Jupiter-Monde bei ihren Umläufen: Wenn die Erde ihre größte Entfernung vom Jupiter erreicht hat, wird die Verfinsterung um 16 Min. 36 Sek. später gesehen, als sie nach der Berechnung hätte eintreten sollen – der von Aristoteles bemerkte Zusammenhang von Zeit und Zahl. Die andere Seite von Techno-Mathematik ist die Technik: Zeitwahrnehmung als Funktion messender Apparate. Bradley

⁷⁵ Siegert 1999: 177, unter Verweis auf Theorien, die den Menschen zum Subjekt einer in der Wahrnehmung begrenzten Frequenzband macht: etwa Robert Hooke, *Lectures of Light, explicating its Nature, Properties, and Effects*, in: ders., *The Posthumous Works*, London 1705, 134f

⁷⁶ Martin Carlé, *Parasémantiké Techné*. Die Musiknotation als Paradigma der griechischen Medialität, in: ebd., 171-191 (196)

leitet die Lichtgeschwindigkeit von rund 300000 Kilometern/Sek. 50 Jahre später aus der Aberration des Lichts der Fixsterne ab, wie sie an der Fokussierung von Lichtstrahlen in der optischen Protzese Fernrohr ablesbar war. Fizeau schließlich holt 1849 die Lichtgewindigkeit auf die Erde, indem er den Reflex von durch ein gezahntes Laufrad geschickten Lichtstrahlen mißt.⁷⁷

Bei irdischen Vorgängen bleiben kleinste zeitliche Unterschiede meist unbemerkt - bestenfalls akustisch, bei einer Schallgeschwindigkeit von 33 Metern in der Sekunde. "Es ist leicht zu s e h e n, daß die Mannschaften am Ende einer längeren, nach dem Rhythmus der Musik marschierenden Kolonne ihre Füße in verzögertem Takt bewegen, gerade weil sie den Schlag der großen Trommel g l e i c h z e i t i g zu hören meinen. Der Lichtblitz eilt dem Donner voraus" - denn Licht durchmißt 300000 Kilometer / Sek. "Bei der überaus großen Geschwindigkeit des Lichtes entsteht daher leicht die Einbildung als ob unsere Gesichtswahrnehmung uns ein Urteil hinsichtlich der Gleichzeitigkeit von Ereignissen gestattet" <Konen 1941: 134>. Eine Kommission der Pariser Akademie der Wissenschaften unter Alexander von Humboldt und Arago ermittelt die Fortpflanzungsgeschwindigkeit von Schall 1822 dadurch, daß bei Nacht zu verabredeten Zeitpunkten an zwei in wohldefinierten Abständen Stationen Kanonen abgefeuert wurden und an jeder Station die Zeit zwischen Lichtblitz und gehörtem Knall registriert wurde. Was hier für "historische Ereignisse" definiert ist - also die Makrozeit, gilt für das Zustandekommen des Fernsehbildes konstitutiv, wo der Kathodenstrahl in elektronischer Lichtgeschwindigkeit zeilenförmig das Bild als scheinbar synchrones aufbaut; nur Ultrakurzphotographie vermag diese Bewegung wieder in ihre Sukzession aufzulösen.

Die Einheit unseres Bewußtseins täuscht uns leicht darüber hinweg, daß durch die verhältnismäßig langsame Signalgebung unsere Nerven (ca. 120 m in der Sekunde) unsere Wahrnehmungen und die Bewegung unserer Organe in Wahrheit außer Takt und durch Zwischenräume getrennt sind, die die scheinbare Gleichzeitigkeit im Bewußtsein zu einer Täuschung machen. <Konen 1941: 134>

Daß auch Licht eine Zeit hat, wissen erst (Meß-)Medien. Christian Huygens verlas 1678 vor der Pariser Akademie der Wissenschaften sein *Traktat über das Licht*, entwickelt anhand eines konkreten medialen Artefakts: der Reflexion und (Doppel)Brechung des Lichts im Kristall Kalkspat.⁷⁸ Licht, in

⁷⁷ Siehe E. von Lommel, Lehrbuch der Experimentalphysik, Leipzig (Barth) 9. neubearb. Aufl. 1902 [*1893], 443 f.

⁷⁸ Wie es Ana Ofak am Hermann von Helmholtz-Zentrum für Kulturtechnik (Humboldt Universität zu Berlin) erforscht; siehe dazu ihren Beitrag xxx im Band *Medien vor den Medien*, hg. v. xxx, München (Fink) 2007, xxx

der Antike noch reine Emanation, wird nun nicht als reines Sein, sondern in seiner Zeitlichkeit faßbar; wenn ein Vortragender heute im Hörsaal zum Zweck von Bildprojektion kurz darum bittet "slow down the light", ist damit (wenngleich eher unter der Hand) Licht als Zeit adressiert, wie es sich erst durch seinen Begriff als Schwingungsmedium äußert. Huygens berechnete die Lichtgeschwindigkeit als 100000fach schneller denn die Schallgeschwindigkeit und modellierte Lichtwellen analog zu akustischen (allerdings fehlerhaft) "als elastische Erregungen, die sich in Form einer Vielzahl extrem kleiner und überaus starrer sphärischer Ätherpartikeln ausbreiten"⁷⁹. Während Descartes hypothetisch einen Äther aus Wirbeln (*vortices*) konstruiert, der das Modell einer unverzüglichen Lichtübertragung erlaubt, beharrt Huygens empirisch darauf, daß die Fortpflanzung von Licht Zeit (er-)fordert: "Uebrigens hat, was ich als bloße Hypothese einführte, seit Kurzem den hohen Rang einer feststehenden Wahrheit erhalten durch Römer's sinnreiche Beweisführung, welche ich hier mittheilen will."⁸⁰ Römers Beobachtung einer planetarischen Umlaufbahn (Io um Jupiter) "beweist nicht nur, dass das Licht auf seiner Umlaufbahn Zeit braucht, sondern lässt auch erkennen, wieviel Zeit es braucht" <ebd.>; die neue epistemologische Dimension wird damit quantifizierbar.

Begriffe wie Wellenlänge und Periode tauchen bei Huygens jedoch nicht auf. Die von ihm vollzogene Analogie von optischen und akustischen Erscheinungen hindert ihn an der Einsicht: Akustik handelt von und mit Schallwellen, d. h. die Luftpartikeln schwingen longitudinal (in der Ausbreitungsrichtung der Welle). Dem steht aber die Polarisierbarkeit des Lichts entgegen, die Huygens selbst bei der Doppelbrechung des Lichts im isländischen Doppelspat entdeckt hat; durch ein solches Kristall gelesen, verdoppelt sich der Druck eines Textes. Wie auch immer, die Gleichsetzung von Wasserwellen, Licht und Schall wird bis in die Medienkunst der Gegenwart fortgetragen, etwa in der *mixed media*-Installation *Ondulation* von Thomas McIntosh (2002) mit flachem Wasserbecken, worauf Wellen durch Schall darunter erzeugt und als Lichtreflexion an der Wand gebrochen werden - operierend mit der ästhetischen Simultaneität von Klang und Licht.⁸¹

Die *Medientheoría* des Lichts wird weiter anhand konkreter epistemogener Artefakte (Medien) gewonnen: Isaac Newton entdeckt beim Auflegen einer schwachkonvexen Glaslinse auf eine ebene Platte Farbringe. Es bleibt nicht beim philosophischen Staunen über dieses Phänomen, sondern sucht es zu analysieren, d. h. zu berechnen, und so treibt er eine

⁷⁹ Irina L. Radunskaja, *Der gefesselte Lichtstrahl*, Moskau (MIR) / Leipzig (Urania) 1974, 12

⁸⁰ Christian Huyghen, *Ueber das Licht*, = Oswald's Klassiker xxx, 14

⁸¹ Ausstellung *Vom Funken zum Pixel*, 28. Oktober 2007 bis 14. Januar 2008, Martin-Gropius-Bau Berlin, kuratiert von Richard Catelli, Paris

Fourier-Analyse *avant la lettre*. Die chromatische Aberration (die Newton durch Konstruktion seines Spiegelteleskops dann umgeht) ist wissensproduktiv: Denn nach Zerlegung des weißen Lichts in seine Einzelfarben läßt sich durch Wiedervereinigung des regenbogenfarbenen Streifens wieder weißes Licht erhalten - von der Analyse zur Synthese, von Fourier zum Synthecizer. Newton kann so die den verschiedenen Farben entsprechenden Wellenlängen berechnen. "Newton begriff jedoch, daß, wenn man die Lichtwellen den Schallwellen gleichsetzt, man nicht nur die Doppelbrechung nicht erklären kann, sondern daß es dann auch unmöglich ist, die geradlinige Ausbreitung der Lichtstrahlen zu beschreiben" <Radunskaja 1974: 16> - was ihn zur Erkenntnis des Teilchencharakters des Lichts als Korpuskelstrom führt. Im Lichte der Quantenmechanik wird diese Sicht teilweise rehabilitiert, zerfällt hier doch der Lichtstrahl in eine Abfolge von Lichtquanten namens Photonen, von deren Menge pro Zeiteinheit seine Intensität abhängt, wie von ihrer Energie die Farbwirkung. Dieser Photonenstrom aber ergießt sich nicht in regelmäßigen Intervallen, sondern statistisch verteilt, was sich bei extremer Lichtbündelung (Lasertechnologie) bemerkbar macht: Hier "prasseln" die Photonen "ins Meßgerät wie Regentropfen auf den Schirm" (worauf das Max-Planck-Institut für Quantenoptik mit der Entwicklung von *nichtklassischem Licht* antwortet, das gleichmäßig strömt). "Vergleichbar ist diese Phänomen etwa einem Schuß aus einer Schrotflinte" <Röthlein 2004: 84>, weshalb dafür von *Schrotrauschen* gesprochen wird - ein nicht exakt vorhersagbares, nur statistisch beschreibbares Rauschen, das folgerichtig den durch die Braunsche Molekularbewegung sensibilisierten Norbert Wiener beim Versuch interessierte, non-lineare Zeitreihen vorherzusagen, um gegnerische Kampfflugzeuge vor ihrem Ziel artilleristisch vorgreifend abschießen zu können. Bekanntlich entwickelte er gemeinsam mit Bigelow dafür das passende mathematische Modell, das aber von den Computern seiner Zeit nicht zeitkritisch, also rechtzeitig rechenbar war, um im laufenden Zweiten Weltkrieg schon zum Einsatz zu kommen. Unsere (Groß)Väter aber kannten dieses Rauschen noch aus dem Radio, konkret: aus der Elektronenröhre.

Thomas Young belebte dann Huygens' Wellentheorie des Lichts wieder, unter Bezug auf die Erscheinung der Interferenz in der Überlagerung von Schwingungen, in seinem Traktat *Versuche zu Problemen des Schalles und des Lichtes* (1800).

Medientheoretisch beobachten wir ein Spiel zwischen optischen und akustischen Begriffen, bis hin zu den "Laserresonatoren". In optischen Resonatoren wiederholt es, ohne daß ein Ton zu hören ist; beide Phänomene fallen unter den Oberbegriff von Schwingungsverfahren <siehe ebd., 186>. 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" <Radunskaja 1974: 189> - der von den Li Galli-Inseln vor der

italienischen Amalfi-Küste akustisch vertraute Frommolt-Carlé-Effekt, benannt nach seinen Entdeckern und Erlauschern mit medienarchäologischem Ohr.⁸²

Womit wir fast schon beim Rundfunk sind, bei Heinrich Hertz und beim Radio - also Medien im technischen Sinn. Rundfunk meinte medienarchäologisch (also forschend) zunächst gerade nicht Sprache und Musik, sondern Funkwellen zur drahtlosen Telegraphie, vor allem die *radio telegraphy* im Schiffsfunk nach 1900. Radio war dementsprechend wortwörtlich genommen, um die physikalischen Eigenschaften elektromagnetischer Felder zu betonen: "die Radialwirkung der Wellen, das heißt ihre gleichmäßige Ausbreitung nach allen Seiten"⁸³. Die ersten Radiosendungen waren keine Hörspiele und symphonischen Konzerte, sondern die Zeitzeichensendungen von ortsfesten Stationen für nautische Positionsbestimmungen; die Natur des Funkens wird zur Botschaft diskreter Zeit.

Schwingungsfähige Medien: eine *String*-Theorie

Eine vollendete Medientheorie ist für die zeitkritische Verfaßtheit technologischer (oder besser technomathematischer) Prozesse sensibel. Einerseits besagt der Begriff der Quantisierung im analog-zu-digital-Sampling bereits, daß die Welt hier prinzipiell als numerisch faßbar modelliert wird. Komputiert gar das Universum selbst, mit Konrad Zuse (*Rechnender Raum*) gefragt? 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."⁸⁴

Um einen Eindruck zu erhalten, wie sich denn akustische Quanten wohl anhören, wenn sie zu einer mathematischen Symphonie vereinigt werden, mag die Komposition *Persepolis* von Iannis Xenakis dienen, 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

⁸² Dazu W. E. (unter Mitarbeit von Martin Carlé, Karlheinz Frommolt und Tania Hron), xxx, in: Brigitte Felderer (Hg.), *Phonorama*, xxx, xxx

⁸³ Oskar Blumtritt, *Nachrichtentechnik. Sender, Empfänger, Übertragung, Vermittlung*, 2. erw. Aufl. München (Deutsches Museum) 1997, 79

⁸⁴ Denis Gabor, *Acoustical Quanta and the Theory of Hearing*, in: *Nature* Nr. 4044 (Mai 1947), 591-594 (591)

"compositional methodology"⁸⁵ - und damit hörbarer Medientheorie. Dieses Werk von 1971 entstand als Auftrag des früheren Shahs von Persien, Reza Pahlewi, 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, vertritt aus der *Mathematischen Theorie der Kommunikation* Claude Shannons.

Folgen wir einem Vorschlag von Seth Lloyd am Massachusetts Institute of Technology, der ansatzweise ein erstes Quantencomputing realisierte und uns aufruft, die Überlagerung mehrerer Bits in einem Quantencomputer analog zu der Überlagerung von Schallwellen vorzustellen: Eine 0 oder eine 1 klingt dann (wenngleich übersummativ) wie ein einzelner Ton, eine Überlagerung wie ein Akkord - nur daß der Moment der Messung diese Gleichwahrscheinlichkeit zu einer Eindeutigkeit kollabieren läßt, während das menschliche Ohr den Ton in seiner Vielheit zur Empfindung werden läßt. Der IBM-Forscher Peter W. Shor "glaubt, daß dieser symphonische Aspekt des Quantencomputers ihn dazu befähigt, große natürliche Zahlen schnell in ihre Faktoren zu zerlegen" <Röthlein 2004: 113> - so schnell wird aus Musik Kryptographie. Shor vermeint zu hören, daß die Faktoren einer großen Zahl gegenüber anderen Instrumenten "so deutlich hervortreten wie eine Melodie, die von Geigen, Bratschen und Celli in Oktavparallelen gespielt wird" <ebd.>. Auch Wahrscheinlichkeitswellen bilden so Amplituden, doch dies "bedeutet natürlich nicht, daß ein Wissenschaftler nun statt des Integralzeichens einen Violinechlüssel schreibt; nur in schlechten Romanen denken Wissenschaftler, wenn sie Musik hören, daran, daß der Oktave Logarithmen zugrunde liegen."⁸⁶ Genau dies aber ist das medienarchäologische Gehör, wenn es sich als Graph der Intensität von Obertönen eines Cellos bei 280 Hz mit Hüllkurve abbildet. "Um das Singen und Tanzen zu verachten, genügt es, beide in ihre Bestandteile zu zerlegen", meinte der spätromische Kaiser Marc Aurel <zitiert ebd.: 272>. Wissenschaft ist Unterschied zur Kunst, und Naturwissenschaften, denen Medienwissenschaft als *mathesis* von Medien, also *Mediamatik* ebenso nahesteht wie den Kultur- und Geisteswissenschaften, vermag nun einmal "nur jene

⁸⁵ Booklet zur CD: Iannis Xenakis. *Persepolis + Remixes*, kuratiert von Zbigniew Karkowski und Naut Humon, Asphodel LTD 2002

⁸⁶ Leonid I. Ponomarjow, *Welle oder Teilchen? Eine populäre Quantenphysik*, Moskau (MIR) / Leipzig et al. (Urania) 1974, 276

Erscheinungen zu erkennen, deren Eigenschaften man durch Zahlen beschreiben kann" <Ponomarjow 1974: 270>. Und doch läßt sich Musik gerade in diese Mathematik bringen.

So konkret ist der Zusammenhang von Medien und Mathematik, für eine komplexe Reflexion von Medienvorgängen unumgänglich, und das ganz im Sinne eines Wissensfelds von Medienvorgängen, das etwa an der Universität von Zilina in der Slowakei am "Department of InfoCom Networks" (neben *Time-Series Analyses*) einen eigenen Studiengang darstellt: *Mediamatica*.

"Bei Geigensaiten und Glückentönen, 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"⁸⁷

- womit die schwingende Saite, je nachdem, wie sie etwa gezupft wird, potentiell zum Modellfall für unstetige Prozesse wird. Norbert Wiener hat für die Vorhersage der Gehbewegungen eines trunkenen Mannes auf dem Trottoir oder für die Abwehr sich nähernder, der Artillerie ausweichender Flugzeuge eine spezielle Zeitreihenanalyse entwickelt. Es geht hier um Vorgänge, die das Innerste des Menschen selbst betreffen - nämlich seine Art und Weisen, sich in dem Zeitfenster namens Gegenwart (seinem Δt zwischen dem Nu der Jetztvergangenheit und dem Vorlauf der Zu-Kunft im Modus des Futur II) zu verhalten.

Von hier aus der direkte Kurzschluß zu zwei Massenmedien, Kino und Fernsehen. Ausgerechnet elektronisches Fernsehen wird für Norbert Wiener modellbildend, genauer: der Prozeß der Bildabtastung in ultraschneller Zeit, welche die menschlichen Sinne nicht nur wie Kinematographie als Bewegungsillusion durch eine Serie von schnell hintereinandergeschalteten photographischen Bildern betrügt, sondern im Zustandekommen des Bildes selbst - nahe an dem, was die Neuroinformatik für Bildgenerierung im Hirn beschreibt: "Es war klar, daß jeder Bildabtastprozeß die Zahl von Daten, mit denen operiert wird, verglichen mit der Zahl von Daten in einem Problem gewöhnliche Differentialgleichungen, ungeheuer vergrößern mußte"⁸⁸ - der ganze Unterschied zwischen Leibniz' gewöhnlichen Differentialgleichungen und den partiellen Differentialgleichungen von Leonard Euler <Rieger 2003: 53>.

⁸⁷ Friedrich Kittler, Der Mensch, ein betrunkenen Dorfmusikant, in: Renate Lachmann / Stefan Rieger (Hg.), Text und Wissen. Anthropologische und technologische Aspekte, Tübingen 2003, 29-43 (32)

⁸⁸ Norbert Wiener, Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung in Lebewesen und Maschine, Reinbek b. Hamburg 1968, 23; dazu Rieger 2003, 64-82

Oder ist Wieners Fernseh-Modell doch nur für einfache Differentialgleichungen gemeint?

"Here television technique has shown the proper way: *scanning, or the approximate mapping of such functions as functions of a single variable, the time. This technique depends on very rapid methods or recording, operation on, and reading quantities or numbers.*"⁸⁹

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 seine zeitliche Wesenheit, denn seine technisch-mediale Eigenlogik "modelliert sowohl individuell als auch kollektiv die Wahrnehmung von Zeit. Spätens an diesem Punkt hat Zeit damit aufgehört, überhaupt noch individuell zu sein. <...> Zeit ist damit auch die Herausforderung einer Medienwissenschaft"⁹⁰. Hier spielt sich vorweg auf, was dann fort von menschlicher retinaler Wahrnehmung in den Computer selbst wandert und dort zeitkritisch eskaliert: "Die kybernetischen Maschinen erschöpfen das kleinste Intervall. Eine Addition geschieht in einer fünfmillionstel Sekunde <...>. Bereits hier erscheint das *besondere Zeitverhältnis dieser Maschine*: sie arbeitet in den Feinstrukturen, in den Mikroverläufen der Zeit, die durch menschliches Handeln oder Denken nicht ausgenutzt werden können."⁹¹

Konsequent definierte der Videokünstler Bill Viola den elektronischen Gegenstand seiner Bildsignalkunst als "Klang der Einzeilen-Abtastung"⁹²; hier kommt die Saitenschwingung als medienepistemologischer Modellfall von technischen Ereignissen ins Spiel.

Klanganalyse als Medientheorie (Gabor, Meyer-Eppler)

Um ein Minimum an Mathematik kommen wir nicht umhin, wenn Medientheorie und Klanganalyse konvergieren. Umgekehrt gilt dies auch für die Medienanalyse von Klang.

⁸⁹ Norbert Wiener, Memorandum on mechanical solution of partial differential equations, Coll. Works, IV, 125-134 (133)

⁹⁰ Stefan Rieger, *Kybernetische Anthropologie. Eine Geschichte der Virtualität*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2003, 143

⁹¹ Max Bense, *Kybernetik oder die Metatechnik einer Maschine*, in: ders., *Ausgewählte Schriften*, 2. Bd., Stuttgart/Weimar 1998, 429-446 (440)

⁹² Bill Viola, *Der Klang der Einzeilen-Abtastung*, in: *Theaterschrift xxx*

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

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

Meyer-Epplers Basler Vortrag wendet die mathematische Theorie der Kommunikation auf elektronische Musik "wie überhaupt jedes akustische Geschehen"⁹³ an. Dieses sich-Einlassen auf Shannons Mathematik bedeutet zugleich eine radikale Abwendung von den "analogen" Vorstellungen und (Meß)Medien der Musik, denn die aus Shannons diskreter Mathematik gezogenen Konsequenz lautet:

⁹³ 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

"Es gibt nur eine endliche Zahl von akustisch unterscheidbaren Schallereignissen von nicht unbegrenzter Dauer" - und diese Unterscheidbarkeit ist die Bedingung für das Informationsmaß. "Nicht der kontinuierliche Schwingungsverlauf, das Oszillogramm, ist deshalb das angemessenste Beschreibungsmittel, sondern das diskontinuierliche Schema, die Matrix" <zitiert ebd.>. Gemeint ist hier sehr konkret das Zeit-Frequenz-Spektrum nach Gabor - eine zweidimensionale, diskontinuierliche Matrix, die Meyer-Eppler nicht nur zur Analyse von Klangereignissen, sondern zugleich auch als Partitur und Baumaterial für elektronische Kompositionen in *Mosaiktechnik* empfiehlt. Zweidimensionale, diskontinuierliche Matrizenmathematik - hier stoßen wir auf unumgängliches Grundlagenwissen von Mathematik für Medienwissenschaft - 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 dem *sampling theorem* (von ihm als "Auswahl-Theorem" übersetzt). Die Mächtigkeit dieses informations- und nachrichtentechnischen Theorems erstreckt sich auf jeden beliebigen Schwingungsvorgang, "von dem lediglich verlangt wird, daß er keine Frequenzkomponenten außerhalb des Hörbereichs hat und von begrenzter Dauer ist" <Meyer-Eppler 1955: 150>. Hier ist der medienanthropologische Maßstab (und damit die Beschränkung) des Sampling-Theorems in aller Deutlichkeit ausgesprochen, während Medienarchäologie auch Medienvorgänge erhört, die menschlichen Sinnen fern sind.

Sofern ein solcher Schwingungsvorgang von begrenzter Dauer ist, läßt er sich stets durch eine endliche Zahl von reellen oder komplexen Amplitudenwerten "völlig eindeutig darstellen"⁹⁴ - ein neuer Begriff von (*high*) *fidelity*, von "Treue", geboren aus der Medienästhetik selbst, insofern sie eine technomathematische ist. Friedrich Kittler definiert gleich zu Beginn seines Werks *Aphrodite* Musik und Mathematik als "das Schönste nach der Liebe, das Schwerste nach der Treue".⁹⁵

Bezeichnet B die spektrale Breite des akustischen Ereignisses und T seine Dauer, bedarf es höchstens $n = 2BT$ reelle Amplitudenwerte ("Informationsquanten" oder "Logonen") zu seiner Darstellung (im Sinne der genannten sinnesanthropologischen Beschränkung). Von hier der Schritt zu den Gaborschen "Elementarsignalen", die je aus einer "gaußisch berandeten Sinus- oder Kosinusschwingung" bestehen. Ein akustisches Elementarteilchen (*Gaborsche* Elementarsignale verschiedener effektiver Dauer Δt) läßt sich entweder mathematisch "in reeller Schreibweise" darstellen

Abb.: Meyer-Eppler 1955: 150, Gleichung 17a

⁹⁴ Werner Meyer-Eppler, *Elektronische Musik*, in: F. Winckel (Hg.) 1955, 133-158 (150)

⁹⁵ *Musik und Mathematik* Bd. I/1, München (Fink) 2006, 12

oder in graphischer Form <ebd. 151: Abb. 10>. Genau deshalb wollen wir in der Medienwissenschaft entsprechende Textstellen in LaTeX verfassen.

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:

Abb. 11: Kompositions-Matrix, ebd., 151

Es kommt nicht von ungefähr, daß diese Sicht auf Musik vor allem von Physikern, Mathematikern, Kybernetikern (heute sagen wir: Informatiker), allgemein: von Naturwissenschaftlern getragen wurde. Deren Antwort auf die Frage nach der Musik lautet eindeutig: Klang; diesem Appell des Sonischen schließt sich Medienarchäologie an. 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.⁹⁶

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" <ebd., 591>

- eben so, wie auch in operativen Rechentechnologien der zeitlose Symbolbegriff und der zeitkritische Signalbegriff ineinslaufen.

⁹⁶ Dazu Julia Kursell / Armin Schäfer, Klangwolken, in: Archiv für Mediengeschichte, Themenheft *Wolken* (2005), 167-180

An den (Meß-)Grenzen der Medientheorie: Quantenphysikalische Erscheinungen

Mit der entscheidenden Differenz zwischen menschlicher und medientechnischer, mithin medienarchäologischer *aisthesis* kommt die Rolle der Meßinstrumente in Quantenanalyse ins Spiel:

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

- verkehrte Welten des Analogen und des Digitalen. "Alle Bewegung verursacht Schwingungen, allein uns fehlen die Ohren, sie zu hören" (Marin Mersenne, *Harmonie Universelle*). Es vielmehr die Mathematik, welche uns die Erscheinungen nahe bringt; sie "macht sie uns messbar und scheint eine besondere Begabung des menschlichen Geistes zu sein, um das, was ihm durch den Mangel seiner Sinne und die Kürze seines Lebens verloren geht, zu ersetzen" (Joseph de Fourier, *Analytische Theorie der Wärme*).⁹⁷

Zwischen der antiken Proportionslehre zur Identifizierung der Tonhöhe und der Schwingungsfrequenz vermag allein Historiographie einen linearen Entwicklungszusammenhang zu stiften; Wissensarchäologie aber identifiziert vielmehr einen dramatischen qualitativen Sprung von epistemischer Dimension, eine kopernikanische Wende für den Begriff von Natur- als Zeitprozessen:

"Im 16. Jahrhundert ist die pythagoräische Numerologie in der Musiktheorie noch weit verbreitet, doch durch die Entwicklung der Polyphonie, den daraus entstehenden Stimmungsproblemen und den Anfängen der physikalischen Untersuchungen von Schallphänomenen wird das Gebäude der alten Universellen Harmonie zunehmend marode." <Volmar 2003>

Denn anders als für antike Ohren werden hier Klänge als Zusammensetzungen aus verschiedenen Tönen faßbar - Fourieranalyse *avant la lettre*. Auch die quantenphysikalische 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

⁹⁷ Beide Zitate nach Volmar 2003, *motti*

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. Eine quantenmechanisch informierte Medientheorie folgt Gabors Methode, "the same phenomenon simultaneously from two different aspects" zu sehen. Der Welle/Teilchen-Dualismus führt hier selbst zum Begriff der "acoustical quanta". Charakteristisch für eine Epistemologie, die - und das ist unsere Lage - ebenso für die Welt der Newtonschen Physik und der Quantenmechanik gelten soll, lautet der Imperativ: "ask simultaneously two kinds of questions about the same thing" <594>. Denn

"One might be inclined to think that sharply defined states, characterized by integral numbers, are peculiar to quantum phenomena, or at least that they require special mechanisms to imitate them classically, such as strings or membrane. But we have seen that in the acoustical model the integers emerge as a part of the mathematical background before any physical phenomenon has appeared on the stage" <594>

- die Emergenz eines Wissens (*mathesis*) aus der medienarchäologischen Ebene, welche fast immer auch die mathematische meint.⁹⁸ Medientheorie aber hat es mit der

⁹⁸ Wenngleich Michel Foucaults *Archäologie* in erster Linie Aussagenlogik meint: Martin Kusch, *Foucault's Strata and Fields. An Investigation into Archaeological and Genealogical Science Studies*, Dordrecht / Boston / London 1991. Mathematik selbst wird in Foucaults *Ordnung der Dinge* für die Beschreibung der nachklassischen Epoche (jenseits der Leibniz'schen *mathesis*) weitgehend ausgeklammert; die Skepsis des Diskursanalytikers hindert ihn, "ein mathematisch-anthropologisches Argument" weiterzudenken, wie es ansatzweise Johann Friedrich Herbart und dann vollends Norbert Wieners Kybernetik - für die Medientheorie folgenreich - leisteten: Stefan Rieger, *Kybernetische Anthropologie. Eine Geschichte der Virtualität*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2003, 280, unter

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."⁹⁹

Die Mathematisierung der absoluten Tonhöhe und in der Folge das Verständnis des Tons ist mehr als ein musikologisch interessantes Detail, sondern soll vor dem Hintergrund eines epistemologischen Umbruchs (im Sinne Foucaults) entziffert werden: einer Transformation mathematischer Praxis, die sich in den "physicomathematischen Wissenschaften" wie Astronomie, Musiktheorie, Ballistik und Mechanik im 16. Jahrhundert mit der Entstehung der exakten Wissenschaften abzeichnete, "weg vom Vermessen der Dinge und ihrer Größen hin zu einem Verfolgen ihrer Bahnen im Raum und in der Zeit", also fort von der mythologischen Ordnung des Kosmos in seiner immergleichen Wiederkehr, hin zu einem dynamischen, mithin medienoperativen Begriff:

"Die Tonhöhe wird nicht mehr auf materielle Parameter akustischer Instrumente bezogen, sondern auf die frei im Raum und in der Zeit sich ausbreitenden Schwingungen oder Tonstöße, die durch die Rückschwünge der Instrumentensaiten entstehen, konkret also auf Wellenlängen einerseits und Schwingungszahlen oder Frequenzen andererseits." <Volmar 2003>

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:

Akustisches Argument: Granulierter Orgelklang aus CD im Heft *Sound & Recording* Heft 12/2006

Bezug auf Michel Foucault, *Die Ordnung der Dinge. Eine Archäologie der Humanwissenschaften*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 9. Aufl. 1990, 419

⁹⁹ Axel Volmar, *Parametrisierungsgeschichte der neuzeitlichen Akustik* (15. Juli 2003); www.aesthetik.hu-berlin.de/medien/texte.php (Zugriff 18. Dezember 2008)

Was wir hören, ist 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 klanggeworden im Software-Synthesizer Absynth 4 des Herstellers Native Instruments.¹⁰⁰ Entsprechende Softwarekritik gehört zum Berufsfeld der Medienwissenschaft.

Im Morphing von Sound-Körnern in einen in 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 wir hinschauen.

Einmal mehr sind 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 gewinnt und demonstriert, mithin Empirie gepaart mit epistemologischer Reflexion und kritischer Analyse dessen, was sich vollzieht. Die medienspezifische Leistung der schwingenden Saite, thematisiert von Mersenne, wird so zum Hintergrund spezifischer Medientheorien. Gegenstand von Medientheorie im wohldefinierten, engeren Sinne sind weniger starre oder schlicht mechanisch bewegte Körper denn spezifische, nämlich techno-logisch beherrschte "Vorgänge mit einer eigenen Verlaufszeit" <Rieger 2003: 230>, 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 - und Heinrich Hertz sie dann "als etwas *entdeckt*, das tatsächlich physikalisch vorhanden ist" <ebd.>. Einerseits haben wir es nur noch mit "Scheinbildern" eines unfaßlichen Referenten zu tun (denn niemand hat je Elektromagnetismus als solchen, vielmehr nur dessen Phänomene gesehen).

"Wir machen uns innere Scheinbilder oder Symbole der äußeren Gegenstände, und zwar machen wir sie von solcher Art, daß die denotwendigen 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

¹⁰⁰ Dazu Maximilian Schönherr, Softwarekritik von "N. I. Absynth 4" in: *Sound & Recording* Heft 12/2006, 78-81, samt zugefügtem Klangbeispiel auf CD

Forderung erfüllbar ist und daß also solche Übereinstimmungen in der Tat bestehen."¹⁰¹

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?"¹⁰²

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."¹⁰³

Angenommen, Physik sie "eine Theorie beobachtbarer Größen, die die Natur beschreibt, wie sie sich zeigt, wenn man sie mit realen Meßgeräten und Uhren untersucht."¹⁰⁴ 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

¹⁰¹ 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 Geest und Portig 1984, Thun, Frankfurt am Main 1996, S. 67

¹⁰² Wolfgang Hagen, Fotofunken und Radiowellen. Über Feddersens Bilder und die Hertzschen Versuche; *online* <http://www.whagen.de/publications/FotofunkenRadiowellen/FotofunkenRadiowellen.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

¹⁰³ Richard Feynman, Robert Leighton und Matthew Sands, Vorlesungen über Physik (1963), Bd. 2, München 1991, S. 382f

¹⁰⁴ Peter Mittelstaedt, Philosophische Probleme der modernen Physik, 7. Aufl. Mannheim 1989, S13

Jahrhundert hat aufgehört Naturlehre zu sein - und beginnt genuine Medientheoria 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. An den Hertzschen Versuchen, in denen sich Physik und Medien auf eine doppelt folgenreiche Weise kreuzen, kann man das zeigen.¹⁰⁵ Auch technische Medien operieren in ihren Anfängen mit Experimentalfragmenten, wie es am Beispiel der Telegraphie und des Radios überdeutlich ist:

"[E]s gibt kein Wissen, in welches das, was Medien sind und tun, übertragen werden könnte. Gesteuert von dem, was man getrost eine ‚Anwendungsschicht‘ nennen könnte, disseminieren die Fragmente aus den Experimentalumgebungen der Physik, auch der Chemie und anderer Teilwissenschaften, in die technischen Medien, werden zerfleddert und neu zusammengesetzt, reprogrammiert [...]." <Hagen a. a. O.>

Den Ort des Geschichtlichen verschiebt sich in den 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).

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. Gegen Goethe zitiert Zimmer P. A. M. Dirac: "Die einzige Aufgabe der theoretischen Physik besteht darin, Vorhersagen zu machen, die sich mit der Erfahrung vergleichen lassen" <Zimmer 1934: 160>. Die

¹⁰⁵ Hans-Jörg Rheinberger, Experimentalsysteme, Epistemische Dinge, Experimentalkulturen. Zu einer Epistemologie des Experiments, in: Deutsche Zeitschrift für Philosophie, Bd. 42 (1994), 405-418 (408)

klassische Kausalkette - vom anschaulichen Ereignis zur analytischen Begründung - wird hier 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 :->." ¹⁰⁶

Doch verlieren wir uns nicht allein in ontologischen Fragen. Ein strategischer Vorteil von Medienwissenschaft ist der Positivismus seiner 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 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 unseren Sinnen auch unmathematisch. Goethe beharrte auf der morphologischen Gesamtgestalt des Phänomens anstelle einer mathematischen Summe von experimental zerlegten

¹⁰⁶ slartibartfast, in:

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

Einzelereignissen: "Man suche nur nichts hinter den Phänomenen: sie selbst sind die Lehre."¹⁰⁷ 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.¹⁰⁸ Elektronische Ereignisse sind menscheinseitig nur noch sinnlich faßbar, als Phänomene, 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 Maxwell¹⁰⁹; 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. "Das mathematische Symbol, etwa die Wellengleichung Schrödingers, wird <...> von einem Rüstzeug 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. "Das wahrhaft Existierende ist das zugrunde liegende Mathematische" <ebd., 253f>. An die Stelle der klassischen Medienapparatur tritt der zurecht so genannte mathematische Apparat - damit auch die Grenze 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

¹⁰⁷ 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)

¹⁰⁸ So prägnant formuliert von Gudrun Lena Stölzl, Studierende der Medienwissenschaft, Hausarbeit *Ver-Kapp-te Medientheorie* am Seminar für Medienwissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin, März 2006

¹⁰⁹ 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

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 (zwischen Nanophysik einerseits und Makrophysik andererseits) 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-Radarsystem¹¹⁰) 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.¹¹¹

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 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

¹¹⁰ 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

¹¹¹ Zu "Dateneingabe über den Bildschirm" siehe Karl-Heinz Schubert, Elektronisches Jahrbuch für den Funkamateure, Berlin (Militärverlag) 1987, 67ff

beschreiben.¹¹² 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.¹¹³ 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 *schreIBMmaschine* (der Nadeldrucker).

Die Unschärferelation ist eine Grenze der Reichweite von Medientheorien und zugleich eine Erinnerung daran, daß es Medientheorie nicht mit der Frage nach dem beharrenden Sein, nicht mit beharrlicher Ontologie, sondern mit Prozessen, eben mit Medien im Vollzug zu tun hat. Auch die Atomphysik handelt Heisenberg zufolge "nicht vom Wesen und Bau der Atome, sondern von den Vorgängen, die wir beim Beobachten der Atome wahrnehmen" <zitiert nach Zimmer 1934: 239>. Grenzwertig wird die Beobachtung, wenn eine nicht kontrollierbare Beeinflussung des Objekts mit dem Meßmedium eintritt, welche unversehens an den epistemologischen Zusammenhang von *theoría* und (Medien-)Theater erinnert. Dieses Schauspiel ist nicht mehr durch optische Einsicht, sondern nur noch wahrscheinlichkeitsmathematisch faßbar.

UN-MEDIEN

Das widrige Dazwischen, der Äther, und EM Wellen

Zunächst die aristotelische Behauptung des *Dazwischen* (*to metaxy*): Daß zwischen den Elementarteilchen - anders als von den Atomisten (Leukippos, Demokrit) insinuiert - nicht nichts ist, weil es aus epistemologischen Gründen so nicht sein darf, verleitet Aristoteles zur Behauptung einer Theorie-Mediums, des Äthers, an dem sich bis hin zu James Clerk Maxwell und Heinrich Hertz noch die Erkundung des Wesens elektromagnetischer Wellen abarbeitet. Die widerständige Physik des Übertragungskanal als Medium erkennt Aristoteles daran, daß akustische Verlautbarungen (Schall) immer erst zeitverzögert den Empfänger treffen - ein Umstand, der in der *acoustic delay line* früherer Computer als Zwischenspeichermöglichkeit für kurzfristige Datenzyklen eingesetzt wurde.

Gleichursprüngliche Medienarché meint sowohl die physikalische

¹¹² Marc-Denis Weitze, *Das Rasterkraftmikroskop. Ein Werkzeug zum Tasten, Ziehen und Graben für die Nanowissenschaft*, Berlin / München (Diepholz) 2003, 6

¹¹³ Siehe eine von *Millipede*, einem Nadel-Array, bedruckte Fläche, in: Weitze 2003: 42, Abb. 32

(naturgesetzliche) wie die logische (mathematische) Zwangsläufigkeit technologischer Erkenntnis; diese staucht alle zeitliche Differenz. Nicht chronologische Distanz ist hier entscheidend, sondern die Nähe des Phänomens; der Präsenzeffekt dominiert gegenüber der historistischen Entferntheit. Medium-Geschichte braucht daher nicht immer schon bei Aristoteles' Physik-Vorlesungen anzusetzen, wo erstmals begrifflich *to metaxy* reflektiert und der "Äther" medientheoretisch behauptet wird, sondern dort, wo sich diese abendländische Debatte in ihrer technischen Eskalation wiederaufrufen wird, indem sie eine qualitativ neuartige Allianz mit Materie eingeht: die Experimentierung elektromagnetischer Wellen. Als Heinrich Hertz Experimentalanordnung in den 80er Jahren des 19. Jahrhunderts durch einen Polarisationsfilter nachwies, daß sich von oszillierenden Funken erzeugte elektromagnetische Wellen durch einen Zwischenraum prinzipiell wie Lichtwellen übertragen, war dies nicht der Anfang von Radio als Massenmedium (*nolens volens* setzte er damit die Möglichkeitsbedingung für drahtlose elektrische Signalübertragung), sondern der Endpunkt einer Frage angewandter Medientheorie – eine Eskalation der aristotelischen Medientheorie, die Frage nach dem *Dazwischen* (*to metaxy*)¹¹⁴.

Im engeren Sinne war Hertz' Experiment als meßmedientechnische Verifikation gedacht, nämlich als der empirische Nachweis eines seinerseits empirisch geborgenen, aber mathematisch theoretisierten Gedankens: Maxwells mathematische Berechnung des von Michael Faraday entdeckten elektromagnetischen Feldes, nachdem ebenso zufällig wie die surrealistische Nähe eines Regenschirms und eines Rasiermessers auf einem Seziertisch, hier: einer Magnetnadel auf dem Experimentiertisch in Oesteds Vorlesung beim Durchleiten eines Stromstoßes durch einen Draht dessen Ablenkung gezeitigt hatte. Das Labor als Medientheater erzeugt epistemische Dinge.¹¹⁵ Faraday suchte diesem Ereignis experimentell auf die Spur zu kommen; tatsächlich bringt er mit seinem Neologismus eines elektromagnetischen "Feldes" zumindest semantisch den von ihm entdeckten Effekt elektromagnetischer Induktion auf den Medienbegriff auf eine epistemologisch aufregend neuartige Basis. Aus dieser Perspektive ist die Elektronenröhre von 1906 (von Lieben / De Forest) vielmehr ein Endpunkt von 100 Jahren Medienanalyse, und schlägt erst dann um zur Geburt von 100 Jahren Radio.

Erst im Moment seiner Widerständigkeit, so die aristotelische Erkenntnis, kommt ein Medium zum Vorschein: "Die Modi der Auffälligkeit, Aufdringlichkeit und Aufsässigkeit haben die Funktion, am Zuhandenen den Charakter der Vorhandenheit zum

¹¹⁴ Ein Gedanke der Studierenden der Medienwissenschaft
Charlotte Kaiser (Berlin)

¹¹⁵ Hans-Jörg Rheinberger, *Experimentalsysteme und epistemische Dinge*, Göttingen (Wallstein) 2001

Vorschein zu bringen."¹¹⁶ In Fortschreibung von Martin Heideggers *Sein und Zeit* von 1927 schreibt Terry Winograd über die Abstürze von Computerbetriebssystemen, wo sie aus dem "submedialen Raum" (Boris Groys), der durch die Dissimulation der zugrundeliegenden Technik definiert ist, auftauchen - *alétheia*, buchstäblich.¹¹⁷ Erst im *Widrigen*, welches Heidegger als "Störung des umsichtigen Besorgens" bezeichnet, verliert ein Werkzeug seine Transparenz und tritt als Widerstand hervor, in der technischen Katastrophe, dem Aufscheinen von Unberechenbarkeit¹¹⁸ (als Antinomie der Turing-Maschine): "Objects and properties are not inherent in the world, but arise only in an event of *breaking down* in which they become *present-at-hand*" <Winograd / Flores 1986: 36 u. 165>. Die entspricht einer Ästhetik der Schnittstelle, die gerade die Widerständigkeit des technischen Mediums gegenüber menschlicher Intuition zum Verschwinden zu bringen trachtet. Dagegen steht die medienarchäologische Ästhetik einer Inszenierung der Differenz (Georg Trogemann). Gegen die metaphorische Übertragung vertrauter Welten auf die Monitore insistiert der medienarchäologische Blick: "Regardless of what they think they are doing (e. g. playing a game, searching a database, or designing a cathedral), end users are actually using the computer as a tool to carry out commands, just like programmers."¹¹⁹

Antike Theorien von "Medien vor den Medien" beruhten auf Begriffen der Physik - woran Walter Seitter in seinem Buch *Die Physik der Medien*, nachdem ein dynamischer, mithin elektrotechnischer Medienbegriff an dessen Stelle gerückt ist, wieder ausdrücklich erinnert. Nicht, daß etwa Elektrizität der Antike unbekannt war; der Name selbst verdankt sich der Beobachtung präsookratischer Naturphilosophen, daß beim Reiben eines Bernsteins, der altgriechisch *elektron* heißt, mit einem Stück Stoff ebenso magnetische Anziehung wie Funken entstehen. Im Unterschied zur Epoche Faradays vermag die Antike neben Energie und Materie nicht so etwas wie das elektromagnetische Feld zu denken, weil die Epistemologie es weder zuließ noch nahelegte.

¹¹⁶ Martin Heidegger 1927 / 1931, 74

¹¹⁷Terry Winograd / Fernando Flores, *Erkenntnis Maschinen Verstehen. Zur Neugestaltung von Computersystemen* [AO 1986], Berlin (Rotbuch) 1989, Kapitel 12: Der Umgang mit Computern: Eine Gestaltungsrichtlinie, 267-295 (bes. 271 ff); dazu Friedrich Kittler, *Eine Kulturgeschichte der Kulturwissenschaft*, München (Fink) 2000, 233 f.

¹¹⁸ Budde / Züllighoven: 122, unter Bezug auf: Hans-Dieter Bahr, *Über den Umgang mit Maschinen*, Tübingen (Konkursbuchverlag) 1983, 83ff u. 103 f

¹¹⁹ Brenda K. Laurel, *Interface as Mimesis*, in: Donald A. Norman / Stephen W. Draper (Hg.), *User Centered System Design*, Hillsdale, New Jersey (Lawrence Erlbaum) 1986, 67-86 (74)

Rein physikalische Medien sind kein neutrales Nichts, sondern bilden einen (zumweilen unmerklichen) Widerstand, ein *empodizein* (Aristoteles): Das Medium zeigt sich in seiner Widerständigkeit; diese Widerstandskraft manifestiert sich darin, „daß ein Prozeß nicht instantan geschieht, sondern Zeit braucht“¹²⁰. Da sich Aristoteles vor allem an der *aisthesis*, der Sinneswahrnehmung orientiert, wird das physikalische Dazwischen zur Bedingung nicht bloß des Kontakts, sondern der *Übertragung*.¹²¹ Zeit selbst zeigt sich im Übertragungskanal; sie wird im Akustischen hörbar, etwa in der Nacht zum 22. Juni 1822, als Alexander von Humboldt, Louis Joseph Gay-Lussac und Alexis Bouvard, sowie Dominique François Arago, Marie Riche de Pronyaund Louis Mathieu die Zeit vermaßen, die zwischen der Wahrnehmung des Blitzes und des Knalls eines Kanonenschusses vergeht.¹²² Daß Schall eine endliche Laufzeit hat und sich damit als ein Dazwischen, konnte Aristoteles anhand des Vernehmens von Echo erschließen und daran seinen prä-technischen Medienbegriff knüpfen. Licht stand demgegenüber für die unmittelbare Erscheinung; die Feststellung, dass Licht sich mit endlicher Geschwindigkeit ausbreitet (1676), gelang erst den astronomischen Messungen des Instrumenten- und Modellbauers Ole Christensen Rømer. Im Unterschied zum kybernetischen Begriff des nachrichtentechnischen Kanals, manipuliert dieses seinerseits unterscheidende Dazwischen aber nicht die Signale, sondern bringt sich selbst scheinbar zum Verschwinden und schreibt damit eine aus der klassischen Rhetorik vertraute Figur der medialen Dissimilation fort, die Selbstausschöpfung des Übersetzers für Texte (in der Sprache), und des Übersetzers für Zeiten (der Historiker).

Gemäß Michel Foucault bilden Diskurse als Texte auf weißem Papier den Rand gegenüber einer ungeheuren "Leere". "Äther" gereicht zum Modellfall von nicht-techniknaher Theoriebildung. Es geht darum, ob mit Nichts medientechnisch operiert und gar gerechnet werden kann - lange undenkbar im frühen Abendland, bis daß nach Einführung der Null im mathematischen Stellenwertsystem auch die operative Medienwerdung der Leere als Leerzeichen im Buchdruck (*spatium*) und als Leertaste symbolpraktischer Alltag wurde. Nicht nur für Programmierer, sondern für jeden Nutzer einer Schreibmaschinen- oder Computertastatur ist es selbstverständlich, daß das Leere ein Zeichen ist wie jedes andere alphanumerische Symbol.

¹²⁰ Kommentar zu 102,7-11, in: Aristoteles, Physikvorlesung, übers. v. Hans Wagner, Berlin (Akademie) 1967, 560

¹²¹ Samuel Weber, Virtualität der Medien, in: Sigrid Schade / Christoph Tholen (Hg.), Konfigurationen. Zwischen Kunst und Medien, München (Fink) 1999, 35-49 (47), unter Bezug auf die Bücher II und III von Aristoteles, Über die Seele (*peri psyches*)

¹²² Festgehalten in einem Holzstich von Karl Storch, in: Weltall und Menschheit. Geschichte der Erforschung der Natur und der Verwertung der Naturkräfte im Dienste der Völker, hg. v. Hans Kraemer, Berlin u. a. 1904

Für Nicht-Äther im strengen Sinne, also für die hochkulturell angeeignete Techno/logie, steht beispielhaft das Vakuum in der strahlende Glühbirne, wie sie auf dem Originalumschlag von McLuhans *Understanding Media* 1964 als Karikatur figuriert. Im weitgehend evakuierten Raum kommt Elektronenfluß erst wirklich zum Zug; eher unwillkürlich entdeckt Edison dabei einen Leuchteffekt, die unwillkürliche Funktion der Elektronenröhre als Diode.

Gleich im ersten Kapitel "The medium is the message" macht McLuhan auf die Differenz von Medium und Information aufmerksam, insofern die strahlende Glühbirne reine Lichtbotschaft ist, doch im Einsatz als Lichtwerbung in der Stadt schon als Inhalt (des vorherigen Mediums: des Alphabets) fungiert. Demonstrieren läßt sich dies anhand der beiden klassischen Bedienfunktionen einer Taschenlampe: Die Glühbirne darin hat den Zweck zu beleuchten; blinken wir jedoch damit, wird das Licht zum Morsecode, also zur Information - auf halbem Weg zum kleinsten Element technomathematischer Bilder, dem digitalen Pixel: mathematisch informiertes Licht.

Nachdem der Äther eingeführt wurde als ein theoretisches Konstrukt, das in der Lage ist, Phänomene beschreibbar zu machen, ist es zunächst unerheblich, ob seine reale Existenz angenommen werden muß; der Äther hat hier quasi die Funktion des mittleren Terms (buchstäblich *medium*) in der Syllogistik. Das Abendland ringt mit der begrenzten Phänomenalität der Welt; von daher das mächtige Werkzeug der *theoría*: „Diese Vorgänge sind an sich unfaßbar für die Hand, unhörbar für das Ohr, *unsichtbar* für das Auge; der inneren Anschauung, der begrifflichen Verknüpfung sind sie zugänglich, aber nur schwer der sinnlichen Beschreibung.“³⁰ Und so kommt es zur begrifflichen Existenzweise des Äthers, eines Nicht-Dings, das dennoch epistemisch wirksam ist.

Beharrlich überleben Äthertheorien.¹²³ Daß er eine harte Realität sei, unterstellt Hertz in seinen Ausführungen über die Beziehungen zwischen Licht und Elektrizität: „Nehmt aus der Welt die Elektrizität, und das Licht verschwindet: nehmt aus der Welt den lichttragenden Äther, und die elektrischen und magnetischen Kräfte können nicht mehr den Raum überschreiten.“

Medienarchäologisches Zeug ermöglicht einen archaischen Zugang zu Medienprozessen in ihren einfachsten prinzipiellen Formen. Der denkbar einfachste Experimentalaufbau, errichtet zur Klärung des Wesens von Äther, gereichte zum Nachweis des gleichursprünglichen Wellencharakters von Licht. Thomas Young veröffentlicht 1802 Untersuchungen, mit denen er vorerst die

¹²³ Siehe auch

<http://www.whagen.de/vortraege/2006/20060429AetherMedialeHistoriographien/vortrag.htm>

Wellennatur des Lichts als eines Äthers, der schwingt erfahrbar zu machen suchte. Durch eine Wand mit zwei Öffnungen tritt Licht, das auf einen Schirm dahinter trifft. Was Young nun sah, vermag (gleich dem pythagoeischen Intervallexperiment am Monochord) jeder, der diesen Versuch nachstellt, gleichursprünglich nachzuvollziehen: Es zeigen sich abwechselnde helle und dunkle Streifen. Diese lassen sich mit einem Newtonschen Teilchenkonzept des Lichts nicht erklären, denn nur Wellen haben die Eigenheit, sich gegenseitig zu verstärken oder auszulöschen und damit eben jene Muster zu erzeugen. Young führte diesen Versuch ebenso mit Schall und mit Wasser durch und findet in der Stimmgabel ein Instrument zur implizit sonischen Selbstaufzeichnung.

Äther gereicht zum Modellfall medientheoretischer Reflexion. Zunächst unterstellt Aristoteles - als genuine Theorieleistung, ja Medientheorie *avant la lettre* - einen sogenannten Äther als Fünftes, "eigenschaftsloses" Element, die sprichwörtliche Quintessenz. Hier zeigt sich die für die abendländische Epistemologie charakteristische Schwierigkeit, eine nicht-materialistische Form der Übertragung zu denken, ganz so, wie auch das Rechnen mit der Null sich quer zur altabendländischen Arithmetik ereignet und später im technomathematischen Informationsbegriff eskaliert.¹²⁴ Der Äther fungiert hier geradezu als der epistemische Statthalter jener Ziffer Zero, die aus Indien erst über den Umweg des arabischen Mittelalters ins europäische Spätmittelalter sich fortschreibt. Daher mußte, was nicht wahr(nehmbar) war, erfunden werden (italienisch "si non e vero, e ben trovato"): der Weltäther, der - als Analogiebildung zu Wasser und Luft - Impulse weiterträgt wie die Wellenringe und die Schwingungen einer Violine. Das Wirken elektrischer und magnetischer Kräfte im Vakuum zu denken lief zunächst auf Kompromißformeln hinaus, wie von Ernst Mach 1905 formuliert: "Man kann von diesen Kräften im allgemeinen nichts wahrnehmen, ausgenommen im Falle einer sehr raschen periodischen Veränderung, in welchem sie sich als Licht äußern" - die augenscheinliche, evidentielle Schnittstelle zur *Medientheoría*. Hier kommt die Urteilskraft oder weniger emphatisch die Bewertung von Wahrnehmung durch das Auge ins Spiel. "Auf einem physikalischen Umweg sind diese Kräfte aber leicht nachweisbar", zur Entbergung gebracht durch elektrische und elektronische Medien wie Eisenspäne und Rundfunk; jedes Radio ist der alltägliche Beweis. Und so werden die sogenannten Massenmedien einmal anders definierbar: als massenhaft gewordene Medientheorie.

Mach schließt metonymisch vom Verhalten der Meßmedien auf das unterstellte Meßobjekt: "Das Vakuum ist also keineswegs *Nichts*, sondern hat sehr wichtige physikalische Eigenschaften"; am

¹²⁴ Zur epistemologischen Gleichursprünglichkeit von "Äther" und "Information" demnächst Martin Donner, xxx, Berlin (Kulturverlag Kadmos) xxx

Ende beschreibt Mach den Äther als mit körpergleichen Eigenschaften behaftet.¹²⁵ Ein physikalistischer Medienbegriff möchte (anders als etwa Norbert Wiensers Definition von Information als dem eigentlichen Medienereignis oder auch die Quanteninformatik verschränkter Teilchen) Übertragung nicht ganz ohne materialen Kanal denken - ein epistemologisches Paradebeispiel dafür, wie ein paradigmatischer Denkhorizont nicht durchbrochen werden kann und an einem bestimmten Punkt der neuen Evidenz gegenüber selbst hinderlich wird.¹²⁶ So kommt es in einer frühen Monographie zum Thema Elektrizität zum rhetorischen Kunstgriff der Unterstellung, der Supposition, in syllogistischer Tradition: "Außer den elektrischen Ladungen ist zur Erklärung der elektrischen Vorgänge noch die Annahme eines Mediums erforderlich, welches die Wirkungen der Ladungen aufeinander auch durch den luftleeren Raum hindurch vermittelt. <...> das nennen wir Äther."¹²⁷

Äther ist kein rein ideengeschichtliches Motiv, wie es etwa die Toposforschung in der Literaturwissenschaft kennt, kein schlicht kulturelles "Mem". Richard Dawkins bezeichnet mit *Mem* eine Einheit der kulturellen Vererbung oder eine Einheit der *Imitation*. Mithin ist hier ein technisch verkörpertes Wissen benannt, das sich selbst aufzurufen vermag - rekursiv:

"Das Wort 'Mimem' kommt von einer geeigneten griechischen Wurzel, aber ich suche ein einsilbiges Wort, das ein wenig wie „Gen“ klingt <...> [man könnte sich] wahlweise vorstellen, daß es mit dem lateinischen 'memoria' oder mit dem französischen Wort 'même' verwandt ist. Beispiele eines Mems sind Melodien, Gedanken, Schlagworte, Kleidermode, die Art, Töpfe zu machen oder Bögen zu bauen."¹²⁸

Das Un-Medium Äther ist nicht vollständig erfaßt, wenn wir ihn diachronisch in eine Geistesgeschichte der (Medien-)Theoriefiktionen einordnen; der Äther ist vielmehr ein strukturelles Moment, eine *arché*, das sich aufgrund einer inhärenten Systemlogik in immer neuen Manifestationen stets neu generiert. René Descartes und Leonard Euler schrieben die Annahme einer *quinta essentia* als Übertragungsmedium optischer Wellen Neubegründend fort; auch für James Clerk Maxwell, der 1873 *A Treatise on Electricity and Magnetism* verfaßt und hier durch eine dezidiert mathematische Theorie der

¹²⁵ Mach 1926/1991: 444f. Siehe Wolfgang Hagen, Medienäther - Äthermedien. Eine epistemologische Halluzination des Stillstands, <http://www.whagen.de/vortraege/2006/20060429AetherMedialeHistoriographien/vortrag.htm> (Zugriff 13. Januar 2007)

¹²⁶ Im Sinne von Thomas Kuhn, Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen, xxx

¹²⁷ Arthur Wilke, Die Elektrizität. Ihre Erzeugung und ihre Anwendung in Industrie und Gewerbe, bearb. u. hg. v. Otto Lich, Berlin (Neufeld & Henius) 1924, 2

¹²⁸ Richard Dawkins, Das egoistische Gen, 1978, 226f

elektromagnetischen Wellenbasis von Licht die Verabschiedung des essenzialistischen fünften Elements implizit einläutet, spielten sich elektrische, magnetische und optische Erscheinungen zunächst noch explizit in einem "alle Körper durchdringenden ätherischen Medium" ab, "das nur dem Grade nach durch die Anwesenheit der Materie modifiziert wird"¹²⁹. Um die Evidenzen des eben nur quasi-mechanistischen Verhaltens des elektrodynamischen Feldes mit der klassischen Physik homogenisieren zu können, entwickelte Maxwell ein mechanisches Modell zur Veranschaulichung der Phänomene des Verschiebestroms, die in induktiv miteinander gekoppelten Stromkreisen beobachtet werden kann, sowie ein mechanisches Modell des elektromagnetischen Feldes - die Materialität, ja Mechanisierung von Theorie¹³⁰, und lange ist seitdem von der "elektromotorischen Kraft" die Rede.¹³¹

Henrik Lorentz führt eine scheinbar Lösung herbei, indem er den „Äther“ von allen mechanistischen, und die Materie von allen elektro-magnetischen Vorstellungen suspendiert.¹³² Sitz der Elektrizität ist demnach der Äther - auch im Vakuum. Vor dem Hintergrund der Relativitätstheorie hebt Albert Einstein nun diese Vorstellung zunächst aus, um sie dann in anderer Form wieder einzusetzen. Die Schlußfolgerung aus einer Konfrontation der scheinbaren Bewegungslosigkeit des Äthers mit Fragen der Lichtgeschwindigkeit führt zunächst zur Einsicht: „There is no such thing as the ether. The electromagnetic fields are not states of a medium but independent realities“, schreibt Einstein in *The World as I see It*.¹³³ Was sich der Imagination (also Bildbarkeit) entzieht, kann am Ende nur noch mathematisch-theroetisch modelliert werden. Sobald die Partikel von Materie (darunter die Elementarteilchen aller hochtechnischen Medien, die Elektronen) selbst als Kondensationen, also Verdichtungen des elektromagnetischen Felds begriffen werden, „the antithesis of ether and matter would then fade away“ <ebd., 336>. Hier erhebt sich - auf den Schultern antiker Riesen wie Aristoteles - ein neuer, nicht mehr klassisch-physikalischer Medienbegriff zum freien Flug, vertraut als jene „Fee Elektrizität“ (Jacques Lacan), die der Neuzeit einen eigenen, operativen, (hoch-)technischen, elektronischen Medienbegriff ermöglicht.

¹²⁹ James Clerk Maxwell, A Dynamical Theory <...>, in: Phil. Trans. Royal Society 155 (1865), 450; dazu Simonyi Károly, Kulturgeschichte der Physik, Thun u. Frankfurt/M. (Deutsch) 1995, 347

¹³⁰ Siehe Károly 1995: 347, Abb.

¹³¹ Etwa in Wilhelm Engeln, Aus der Wunderwelt der Elektrizität, 2., verb. Aufl. Regensburg (Manz) 1913

¹³² H. A. Lorentz, Sichtbare und unsichtbare Bewegungen, Braunschweig (Vieweg) 1902, 64f u. 73

¹³³ In: Capek (Hg.) 1976: 332; im deutschen Original *Mein Weltbild* (Amsterdam 1934)

Nicht (mehr) Maschinen, sondern Elektronik als medientechnische Eskalation

Das Phänomen der elektromagnetischen Induktion, welches Faraday empirisch fand, konnte als Medientheorie kaum noch mit verbalsprachlichen Begriffen allein, sondern besser vermittelt durch mathematische Modellierung (Maxwell) durchdrungen werden; mit der Hertz'schen Experimentalanordnung aber ereignete sich der Zündfunke für Radio. Als gesteuerte Energie wird Elektrizität von einem Naturereignis (der Blitz am Himmel, der Stromschlag an Fischen sowie der zufällig induzierte Bernsteinfunke) im 19. Jahrhundert einerseits zum technologischen Ereignis, kulminierend in der Industrie des Dynamos (Werner von Siemens); durch Kodierung (als Form der Diskretisierung) wird der elektrische Impuls andererseits telegraphisch zum Medium von Information. Die Maxwell'schen Gleichungen werden mit den Radiowellensexperimenten von Hertz aus dem Reich mathematischer Phänomene in die technische Mach- und Modulierbarkeit überführt; durch Wissen schafft sich die Kultur eine Natur zweiter Ordnung. Die Funktion von Mathematik darin stellt dabei nicht länger den pythagoreischen Beweis für die Mathematizität der Natur selbst dar, sondern vielmehr ein operativ wirksames Modell.

Fragen des Elektromagnetismus, der Schwingungsvorgänge, des Verhältnisses von Physik und Mathematik, also von Hardware und Software als Medienwissen(schaft) setzen immer wieder neu an und entziehen sich damit einer rein diskurs- und wissensgeschichtlichen Relativierung. Als epistemischer Appell an menschliches Wissenwollen verstanden, verlangen elektrophysikalische Medienphänomene vielmehr nach einer Darstellung, die auf ihre beharrliche Rekursivität antwortet. In diversen Zusammenhängen sich als Thema immer wieder stellend, erinnern genuin technologische Prozesse daran, daß die Agenturen dieses Wissens nicht nur kultureller und gesellschaftlicher, sondern ebenso genuin medienphysikalischer Natur sind. Als Charles Augustin de Coulomb und André Marie Ampère eine "Fernwirkung" entdeckten, d. h. die raumüberbrückende Wechselwirkung elektrischer Ladungen scheinbar ohne Zwischenmedium und ohne zeitliche Verzögerung (denn sie werden auch im Vakuum übermittelt), stellte sich das Phantom Äther erneut ein, im neuen Theoriegewand. Elektrodynamik war einerseits nicht ohne einen ponderabilen Medienbegriff denkbar und zeitigte andererseits eine immediate, unverzügliche "spukhaften Fernwirkung" (Albert Einstein). Die Einsicht in diese neue Form von Kommunikation bewegte nicht nur die Physik, sondern ebenso die Philosophie. 1889 formulierte Henri Bergson in seinem *Essai sur les données immédiates de la conscience* eine Absage an den substantialistischen Äther-Begriff der klassischen Metaphysik: Sein Begriff der Bewegung ist der einer Bewegung, die keines Vehikels bedarf, da die Substantialität der Materie selbst

schon Bewegung ist.¹³⁴ Die Quanteninformatik antwortet darauf mit einer Informationstheorie, die an sich (jenseits von Claude Shannon) ganz ohne den Übertragungskanal auskommt.¹³⁵

Als eine Ermöglichung hochtechnischer Medienwelten kommt mit dem Elektromagnetismus zum Vollzug, was Denis Gabor in seiner Inauguralvorlesung am Imperial College of Science and Technology der University of London am 3. März 1959 emphatisch als "Electronic Inventions and Their Impact on Civilization" titulierte. Entscheidend für Medienwissenschaft ist hier die Präzisierung auf elektronische, nicht mehr schlicht kulturtechnische Eskalationen, wie sie etwa Lewis Mumford in seinem Klassiker *Technics and Civilization* in Begriffen der Maschine beschrieb. Kulturtechniken lassen sich noch als Erweiterungen menschlicher Organe beschreiben; elektronische Medien aber setzen eine Ereigniswelt nach eigenem Recht.

Die Gesetze der Wellen und Schwingungen sind nicht nur elektrophysikalischer, sondern auch juristischer und medienökonomischer Natur. 1865 erfolgte die Gründung der Union Internationale de la Télégraphie (UIT) zur zwischenstaatlichen Regelung des Telegrammverkehrs über Leitungen; Funkwellen jedoch haben die Eigenschaft, sich ungehindert von politischen Grenzen primär nach ihren eigenphysikalischen Regeln auszubreiten. Eine Fußnote zu Teilhard de Chardins Argumentation einer "Noosphäre" präzisiert es (ganz im Sinne von Paul Valérys Ubiquitätsbegriff): "Kann nicht heutzutage, allein schon dank den elektromagnetischen Wellen, jeder Menschen unmittelbar und gleichzeitig mit allen anderen Menschen der Erde in Verbindung treten, und zwar gerade durch das, was das eigentlich Menschliche an ihm ist?"¹³⁶ Gemeint ist für den Jesuitenpater der alles und alle durchdringende Geist; wir aber entziffern: *alias* "Äther", *alias* Radio, ein Radiowerden der *ratio*, wie sie McLuhan unter dem Stichwort "globales Dorf" dann weiterentwickelt. Analog dazu operiert das Internet heute nicht mehr nur nach physikalischem, sondern auch nach logischem Gesetz - dem Gesetz der Protokolle. Die Protokolle sind das Internet ebenso wie die realen Stränge dieses Netzes (Kabel) und seine Knoten (Computer, "Server"). Hier gilt noch die alte Regel: "Keine Adresse ohne Ort. <...>. Doch Funktelefon und W-Lans für *online*-Kommunikation haben die Adresse mobilisiert. "Wir unterhalten uns von Code zu Code"

¹³⁴ Dazu Gabriele Hoffmann, *Intuition, durée, simultanéité*. Drei Begriffe der Philosophie Henri Bergsons, in: Hannelore Paflik (Hg.), *Das Phänomen Zeit in Kunst und Wissenschaft*, Weinheim (VCH) 1987, 42

¹³⁵ Siehe Anton Zeilinger, *Einsteins Schleier*. Die neue Welt der Quantenphysik, München 2003; Caslav Brukner / ders., *Operationally Invariant Information in Quantum Measurements*, in: *Phys. Rev. Lett.*, Vol. 83, 25. Oktober 1999, S. 3354-3357; dies., *Conceptual inadequacy of the Shannon information in quantum measurements*, in: *Physical Review A*, Bd. 63, Heft 2 (2001), 022113-1 bis 022113-10

¹³⁶ Pierre Teilhard de Chardin, *Die Entstehung des Menschen*, München (Beck) 1961, Kap. IV u. V (die "Noosphäre"), 105, Anm.

<ebd.>; damit löst sich Kommunikation im Sinne Claude Shannons als eine technomathematische vom postalischen Dispositiv.

Solange in Form der Morse-Telegraphie elektrische Energie als Signal durch Kabel übertragen wurde, behielt die primär physikalische Medientheorie noch Gültigkeit. Das ändert sich erst in dem Moment, wo das Medienereignis sich selbst induktiv erzeugt - eine kulturtechnische Eskalation, Immaterialität jenseits von klassischer Physik. Vor allem erfordern elektromagnetische Wellen kein existierendes physikalisch-traditionelles Medium wie Schallwellen Luft, Wasser oder feste Körper; sie können sich auch durch ein Vakuum übertragen, womit sich nicht nur die Annahme eines Mediums namens Äther buchstäblich in Luft auflöst, sondern der Medienbegriff selbst technogen wird. Die Experimente von Albert Michelson und Edward Morley wiesen nach, daß es keinen Äther als Lichtmedium gibt, wie es zunächst in Analogie zum akustischen Phänomen noch gedacht worden war. An die Stelle eines äthererfüllten Raums zwischen den elektromagnetischen Ladungen, in denen das Dazwischen im Sinne des aristotelischen *to metaxy* noch eine positive Medium-Funktion erfüllt, rückt mit der von Hendrik Antoon Lorentz definierten mathematischen Elektronentheorie ein Konzept des wirklich leeren Raums, worin sich die elektromagnetischen Wellen "ohne irgendeine pseudo-materielle Unterstützung ausbreiten" <Bergia 2002: 18>. Der uralte epistemologische Streit um den Begriff und die Möglichkeit einer Leere zwischen den Atomen seit Leukippos kehrt unversehens zurück als der Beginn einer negativen Medientheorie, die nicht einmal mehr von einer losen Kopplung kleinster Materieteilchen (im Sinne Fritz Heiders und Ernst Machs) ausgeht. An die Stelle der Kopplung von Teilchen tritt ein zeitkritisches Moment, der Sprung. Max Plancks Quantenhypothese zufolge (formuliert am 14. Dezember vor der Deutschen Physikalischen Gesellschaft in Berlin) bedarf jedes Strahlungsphänomen einer diskreten, gequantelten Vorstellung.

Konkrete Verdinglichung einer Medientheorie: die Elektronenröhre und die "Radorundschaltung" Weihnachten 1942

Photonische Energieemission wird zur Bedingung eines Massenmediums: Bildschirmsignale im elektronischen Fernsehen. Als Radiosendung wird eine elektromagnetisch hochfrequente Welle mit einer niederfrequenten Signalwelle überlagert - in der AM amplitudenmoduliert, in der FM frequenzmoduliert, womit die Zeit selbst als medialer Operator kritisch zum Zug kommt.

Medientechnische Bedingung dieser Operation ist die von Lee De Forest und zeitgleich durch Robert von Lieben in verschiedenen Formen erfundene Elektronenröhre (1906), der medienarchäologische Ursprung der Elektronik. Konkreter Schauplatz, ja "Medientheater" solcher Vorgänge ist nicht nur die Ionosphäre im atmosphärischen, kosmischen Raum (die

Bedingung für Kurzwellenradio), sondern spiegelbildlich verkehrt, als konkreteste autopoietische Inversion der "Noosphäre", die Vakuum-Elektronenröhre als das medienepistemische Ding, in dem Chardins Metapher der Noosphäre als kybernetische Intelligenz real wirksam ist.

Der sogenannte Barkhausen-Effekt bezeichnet darin eine Phasenverschiebung des Feldes (und wieder kommt unser zeitkritischer Operator $\Delta-t$ ins Spiel). Heinrich Barkhausen legte seiner Berechnung die einfache Annahme zugrunde, die elektrischen Felder seien im wesentlichen durch die Ladungen auf den Elektroden bedingt; daraus resultiert dann die Beeinflussung des Emissionsstromes bzw. der Heizung, der Amplitude und des angekoppelten Schwingungskreises. Barkhausen formuliert in einem zweiten Schritt diese Einflüsse mathematisch, um sie quantitativ mit Versuchen zu vergleichen¹³⁷ - die Mathematisierung des Mikrokosmos (oder wahlweise auch der "Noosphäre" der Röhre) nach dem Vorbild von James Clerk Maxwell (mathematische Feldgleichungen) und ihrer experimentellen Verifikation durch Heinrich Hertz, tatsächlich auch nach Maßgabe der Ensemble-Deutung der quantenmechanischen Unschärferelation. Medienballett: "Wir müssen zunächst den Mechanismus kennen, nach dem sich die Elektronen `zu gemeinsamen Tänze ordnen´" <ebd.> - hier ist Musik (die altgriechisch gemeinte *epistemé mousiké*) in den Röhren.

Gegenüber dem planetarischen Sphärenbegriff der klassischen Physik widmet sich die statistische Mechanik seit dem 19. Jahrhundert den unwahrscheinlichen, (neg-)entropischen Vorgängen - etwa Wolkenbildungen, Gasen, Rauschen, um aus der Untersuchung der unmittelbaren "Vergangenheitsstatistik" kleinster Partikelbewegungen die unmittelbare Zukunft des Systems zu extrapolieren. Dies betont Norbert Wiener in seiner *Kybernetik* von 1948 <dt. Ausgabe 1968: 215>. Sein konkretes Beispiel ist ausgerechnet das sogenannte Schrot-Rauschen in Elektronenröhren: Elektronische Ströme werden hier nicht kontinuierlich geleitet, wie es der Idealfall vorsieht, sondern zeitigen gleich Schneefall im Winter Abweichungen von der Gleichförmigkeit, statistisch faßbar nach dem Modell der Brownschen Molekularbewegung und hörbar als Rauschen.

Das besondere Wesen von Elektronen also ist es, welches das klassische physikalische Verständnis von Medien als ponderabler Materie verunsichert hat. Einerseits besteht Strom „nach der Elektronentheorie“¹³⁸, also einer spezifischen Medientheorie gemäss, in vertrauter Weise aus quasi-mechanischen Bewegungen von Elektronen gleich Molekülen im Luftstrom. Doch „die Elektronen bestehen nur aus Elektrizität;

¹³⁷ H. G. Möller, Über die Frequenz der Barkhausenschwingungen, in: E.N.T. 1930, Heft 11, 411-419 (411)

¹³⁸ H. Barkhausen, Elektronen-Röhren, 1. Bd.

(Elektronentheoretische Grundlagen, Verstärker), 3. Aufl. Leipzig (Hirzel) 1926, 5

besitzen keine materielle, chemische Masse; das von ihnen erzeugte elektromagnetische Feld besitzt aber eine Trägheitswirkung, wirkt bei der Bewegung der Elektronen gerade so, als ob sie eine mechanische Masse hätten" <ebd.>. Wird die Bewegung dieser ansonsten konstanten Masse der Lichtgeschwindigkeit angenähert, wird diese quasi-Masse größer; das elektromagnetische Feld bildet also ein Medium eigener Natur, ein widernatürliches Medium.

Somit erschließt sich *in* und *mit* Medien (als hochtechnischen Anordnungen der Natur) ein Wissen (eine buchstäbliche Naturwissenschaft), das immer schon am Werk war, doch erst nunmehr in einem wahrhaft medienarchäologischen Akt der Latenz, der Unverborgenheit entzogen wird. So die Elektronenröhre: „Die allerschwächsten Wechselströme, deren Existenz bisher auf keine Weise hätte nachgewiesen werden können, lassen sich in beliebiger Stärke wiedergeben, und es sind mit Hilfe dieses 'elektrischen Mikroskops' schon Erscheinungen entdeckt worden, die sich bisher jeder Beobachtung entzogen hatten"¹³⁹ - analog dazu, wie erst Galileis Teleskop die Krater auf der Mondoberfläche sichtbar und damit einsehbar machte. Hier entwickelt sich nicht geschichtlich ein Wissen, sondern kommt plötzlich zur Erscheinung, tut sich epistemologisch sprunghaft *durch* Medien kund - ganz so, wie Fritz Heider in seinem Aufsatz von 1926 über „Ding und Medium“ beschrieb, dass Medien „Kunde“ von Verhältnissen geben. Historisch akkumuliert sich ein kulturelles Wissen, das überhaupt erst zur Fabrikation von Dingen wie der Elektronenröhre führt; was sich dann aber (für den Fall von Elektronenströmen buchstäblich) blitzhaft entlädt, ist ein Wissen, das - invariant gegenüber historischer Entbergung - latent schon vorhanden war: Medienarchäologie als Kurzschluß.

Hierzu bedarf es der Medientheorie, denn es kann erst, was bewußt gewußt wird, für Menschen zu Medientechnik werden. Markant sind hier die Epochenschwellen, und damit zurück zur Noosphärenvorstellung Teilhard de Chardins. Unter der Hand spricht auch bei ihm schon der Computer als die eigentliche Eskalation gegenüber bisheriger Kultur mit, den de Chardin - wie analog auch McLuhan 1964 - noch auf eine schlichte Prothese des denkenden Menschen reduziert, anstatt die Provokation des Menschen durch ein von ihm selbst erschaffenes alternatives Denken-als-Maschine (Turing) in seiner anthropologischen Dramatik zu erkennen. "Die erstaunliche Leistung der Elektronenautomaten" erkennt de Chardin charmant als "die ersten Ergebnisse und die große Hoffnung der noch jungen 'Kybernetik'", doch setzt er hier nicht beim Untertitel der gleichnamigen Schrift von Norbert Wiener an: "communication and control in the animal and the machine".

¹³⁹ Barkhausen 1926: 1, unter Bezug auf: ders., Zwei mit Hilfe der neuen Verstärker entdeckte Erscheinungen, in: Phys. Zeitschr. 20 (1919), 401

Mitten im Zweiten Weltkrieg sendet der Großdeutsche Rundfunk in Berlin zu Weihnachten eine Zuschaltung von entlegenen Stationen der deutschen Wehrmacht, der sich zu einem kakophonem Chorgesang des Krieges wie eine Vorahnung seines Endes addiert. Das indexikalische Zeichen von Authentizität ist hier gerade die schlechte Empfangsqualität; Medium und Botschaft, tiefste deutsche Seele und deutsche Technik bilden hier eine monströse Allianz. Die geographische Ferne aus der Gegenwart von Dezember 1942 ist unterdessen zu einer historischen Ferne geworden, wenn sie am 19. Dezember 2007 erklingt. Doch von dem Moment an, wo der Klang wirklich ertönt, findet auf der Ebene unserer Sinneswahrnehmung (die auf Seiten des Menschen mit der medienarchäologische Ebene korrespondiert, ja resoniert) eine Ent-Fernung statt, wie sie wohl Martin Heidegger definiert hätte. Wir vernehmen die historische Klangaufnahme aus dem Deutschen Rundfunkarchiv, die im Moment des Abspielens gerade in einem unhistorischen Zustand ist und auch uns in einen solchen versetzt.¹⁴⁰

Eine solche Einspielung ist zugleich Anlaß, medienarchäologische Quellenkritik zu betreiben, das allernächste Anliegen aller Medienhistoriographie. Denn die Einspielung dieses Originals unter der Hand dessen technologische Wahrheit: Das, was als scheinbare *live*-Rundschtung aus dem Radio 1942 gesendet wurde, war tatsächlich ein Zusammenschnitt von zuvor magnetophon aufgezeichneten Einzelaufnahmen, also eine Montage, wie sie vom Film- auf den Magnetbandstreifen übersprang, schon Jahre bevor John Cage mit Tonbandschnipseln derart verfuhr.

Wenn ich ein Ton wieder erklingen kann, nachdem er Jahrzehnte zuvor längst verklungen war, so entspricht dies nicht der kalendarischen Zeit der Historie, sondern der Tonbandzeit selbst, genuiner Medienzeit: keine entropische Zeit, sondern die Zeit von Stop Motion.

Vernehmbar ist, daß einerseits elektronische Aufzeichnung den Index des Radorauschens selbst zu dissimulieren vermag; ebenso deutlich wird, daß die kulturtechnisch so lange klare Trennung von Sende- und Speichermedien für die Medienkultur der Gegenwart nicht mehr treffend ist; ein Großteil des scheinbar *live* gesendeten ist bereits Aufzeichnung auf demgleichen Magnetband (nur inzwischen auch optisch, als MAZ, neuerdings von digitalen Speichern direkt gleich den Flash-Speichern in kommerziellen Photo- und Videokameras); und der elektronische Akt der Aufzeichnung und Abspielung ist prinzipiell nur eine Variante der elektromagnetischen "Übertragung" (Induktion). Speichern und Übertragen sind damit Grenzwerte des Äthers.

¹⁴⁰ Als Soundmix bearbeitet in Form der Compact Disc der treffend so betitelten "Tonträgeroper" von Ammer / Einheit *Deutsche Krieger*, Track 9; vgl. auch "Stille Nacht, heilige Nacht", gesungen von Carl Nebe (Bariton) mit dem Edison-Sinfonie-Orchester als Edison Record, Berlin 1904, Deutsches Rundfunkarchiv.

Der medienarchäologische Zusammenhang von Radio und Weihnachten wurde noch konkreter faßbar am 22. Dezember 1920, als die Ingenieure des Senders Königs Wusterhausen (Hauptfunkstelle) unter Mitarbeit der Postbeamten ein "Weihnachtskonzert" veranstalteten, um nachzuweisen, daß drahtlose Sendung nicht nur für telegraphische, also digitale, sondern auch für klassisch analoge Unterhaltungszwecke nutzbar war. Am 22. Dezember 2007 wurde im inzwischen zum Museum gewordenen Originalgebäude auf dem Funckerberg das Konzert der Ingenieure und Beamten von heutigen Veteranen der Rundfunktechnik öffentlich wiederholt, und wir konnten erleben, daß Medien im Vollzug, und sei es als Nachvollzug, niemals Geschichte, immer nur Gegenwart sind.

Aus dem *off* erklang zunächst die historische Aufnahme des KW-Konzerts (auf Langwelle damals) vom 22. Dezember 1920 von der Hauptfunkstelle der deutschen Reichspost auf dem Fimlernerberg (Finale einer Versuchsreihe zur Übertragung von Sprache und Musik); erst Ankündigung des Sprechers ("Hallo, hallo, hier ist Königs Wusterhausen auf Welle 2700"):

Gemeint sind die Meterwellen. Dann erklingt verkratzt das Lied *Stille Nacht*. Und nun kam wahrhaft medientheatralische Dramaturgie zum Zug: Langsam wurde die historische Aufnahme ausgeblendet, dennoch erklang das Lied *Stille Nacht* weiter, bei Einmarsch des Männerchors, der dieses Lied sang und damit die Frequenzen übernahm, ebenso aktuell erzeugt: eine gelungene Überführung der historischen Konzertsendung aus dem "off" in den aktuellen Gesang des Männergesangsvereins Finsterwalde.

Bevor die Elektronenröhre ihren Siegeszug antrat, wurden hochfrequente Radiowellen noch von Maschinensendern erzeugt, an die der ebenfalls auf dem Funckerberg in Königs Wusterhausen noch gelegentlich angeworfene Dieselmotor erinnert (wenngleich in anderer Funktion, nämlich als Notstromaggregat). Nicht die Maschinenhaftigkeit aber zählt hier (die Signatur des Industriezeitalters), sondern die damit induzierte elektromagnetische Schwingung. Hier fassen wir die Eskalation vom trivial physikalischen zum elektrotechnischen Medienbegriff. Das *Handbuch für Funkfreunde* von 1927, dessen Titelblatt als umrahmendes Ornament keinen Bilderrahmen, sondern Schwingungskurven selbst zeigt, erinnert daran:

"Durch die Entwicklung der Mechanik und all der Maschinen, die deren Gesetzen gehorchen, insbesondere durch die Ausbildung der modernen Verkehrsmittel, sind für uns Raum und Zeit in der Vorstellung bereits sehr zusammengeschrumpft. Aber nicht überwunden. Und das wird auch mit ihrer Hilfe niemals gelingen. Denn die Gesetze, von denen die mechanischen Kräfte beherrscht werden, schließen in sich die Unmöglichkeit ein, in einer für unsere Begriffe verschwindend kleinen Zeit nach jedem beliebigen Ort der Erde zu gelangen. Aber dank der geheimnisvollen, für uns körperlichen Wesen transzendentalen

Kräfte der Elektrizität und des Magnetismus sind wir auf dem besten Wege, zu einer "irdischen Allgegenwart" zu gelangen, natürlich nur zu einer sinnlichen. Es war in der Tat ein ereignisvoller Abend an jenem dritten August ds. Js., an dem das erste offizielle Telephon-Gespräch von Berlin nach dem 12000 km entfernten Buenos Aires geführt wurde"¹⁴¹

- die Verwirklichung der Ubiquität (Paul Valéry) und der Noosphäre (Teilhard de Chardin). Buchstäblich löst sich Radiotechnik vom Irdischen, da es sich bei den dazu notwendigen Radiofrequenzen nicht um Oberflächenwellen wie bei Lang- und Mittelwelle handelt, die energieverlustreich entlang der Erdoberfläche kriechen, sondern um Raumwellen. Je kürzer deren Wellenlänge ist, desto weniger werden sie in der Ionosphäre gebeugt, bis sie überhaupt nicht mehr reflektiert wird "in den Weltenraum hinaus"geht. "Wellen unter 10 m wären also für einen Verkehr mit anderen Gestirnen geeignet. Wollte jemand das Wagnis unternehmen, nach dem Monde zu fliegen, wovon ja jetzt schon so viel geschrieben wird, dann hätte er heute bereits die Möglichkeit, stets mit der Erde in telephischer Verbindung zu bleiben" <ebd., 16>. Telekommunikation untertunnelt damit die klassische Physik der Übertragung - eine Medienkultur nach eigenem Recht entsteht (weshalb auch Paul Virilios Dromologie nicht schon mit dem Pferde oder gar der Frau ansetzen sollte, wie er es allzu weit ausholend in *Fahren, Fahren, Fahren* schreibt).

Immer wieder: Medienbegriffe (Hegel, Heider, Hertz, Heisenberg)

Anhand der Kurzwellensendung, also der Telekommunikation zwischen Himmel und Erde auf verschiedensten Feldern, wird einmal mehr deutlich, wo Medienwissenschaft als Funktion einer kulturtechnischen Mächtigkeit ansetzt: mit der domestizierten Elektrizität, der Elektronik, gekoppelt an eine machtvolle Mathematik, welche als Analysis seit Leibniz und Euler bis hin zu Maxwell und Einstein dynamische Prozesse selbst zu durchdringen weiß. Wenn wir den Einsatz, den Einschnitt der Medienwissenschaft im strengen Sinne erst hier und nicht in schon in frühester Kulturgeschichte machen, vergessen wir nicht, daß dieses Take-off gleichwohl auf den Schultern von Riesen steht, welche in der altgriechischen Antike (Variablen für Medienbegriffe) und in der christlich-spätmittelalterlichen Scholastik (Denken von Irregularitäten und Unendlichkeiten) Denkhorizonte überhaupt erst eröffnet haben, also epistemologische Grundlagen legten und sie gelegentlich auch ansatzweise experimentell erprobten (eine notwendige, wenngleich noch nicht hinreichende Bahnung operativer Medienwirklichkeit). An einem der Teilgebiete von

¹⁴¹ Dr. ing. Klimke, Transocean-Telephonie, in: Handbuch für Funkfreunde, hg. v. d. Telefunken-Vertreter-Gemeinschaft e. V., o. O. 1927, 13-19 (13)

Elektronik, der Elektroakustik, wird dies plastisch, deren Gegenstand nicht unmittelbar der Schall des Tonfrequenzbereichs ist (also die Skala zwischen grob 16 und 16.000 Hertz), sondern deren Umwandlung in elektrische Schwingungen (und umgekehrt), samt der damit verbundenen elektromagnetischen Speicherung, Wiedergabe und Erzeugung von Schall.¹⁴² Das eigentliche Wunder daran (wie Heinrich Barkhausen in der Einleitung seiner *Schwingungslehre* unterstreicht und damit zugleich implizit eine Definition des "Analogen" gibt) ist die Umwandelbarkeit selbst, also die prinzipielle Äquivalenz von natürlichen (im Sinne der klassischen Physik) und elektronischen Schwingungen. So kann am Ende ein Analogcomputer mit elektronischen Mitteln, die aus der Welt der Synthesizer vertraut ist, mechanische Vorgänge wie das Ausschlagen eines Pendels durch Modellierung, also Simulation berechnen - gleichursprünglich zum Weltverhalten, also in der Welt, mit Mitteln der Welt selbst rechnend.

Wir haben es also mit technomathematischen Praktiken zu tun. Gegenüber einem diffusen, eher an Publizistik und Kommunikationswissenschaft orientierten Begriff von "Medienwissenschaft" bietet sich für unser Fach der Begriff "Mediamatik" an, also die akademische *mathesis*, das Wissen um Medien als Prozesse, epistemologisch wie technomathematisch. Archytas von Tarent leitete einst vom Verb *mantháno* (lernen, erfahren, tief wissen) das Nomen im Neutrum *tó mathéma* (im Plural *tá mathémata*) ab, um damit die erfaßten Dinge auf einen Nenner zu bringen.¹⁴³ An dieser Perspektive aber bleibt die materielle Basis unterbelichtet, die solch eine Methode erst verständlich macht. Halten wir also die Gerätschaften im Blick; erst in dieser Fügung werden aus Wissen einerseits und Technik andererseits operative Medien und Medienwissenschaft. Hier nun der Übersprung von Technik zu Medientheorie: "Weil eine Theorie der Technik nur über ihre Fixierung in einem Medium (z. B. Schrift, Diagramm, Modell) und nicht am technischen Gegenstand selber gebildet wird und darüber hinaus ein einmal formuliertes Prinzip oder Diskurselement als Baustein weiterer Theoriebildung aktiv bleibt, läßt sich [...] nachvollziehen, wie sich technisches Wissen in der Schrift und durch die Schrift konstituiert" <Khaled ebd.>.

Medienhaftigkeit meint bei Aristoteles das Durchlässige, das Diaphane (*to diaphanes*), bleibt also passiv wie ein Brillenglas, das zwar für den Leser die Buchstaben vergrößert, aber dies noch ganz im Sinne trivialer Maschinen, wo die Ausgangsdaten eindeutig eine Funktion der Eingangsdaten sind (in dem Fall als Funktion der dioptrische Lichtbrechung), nicht aber selbstständig induktiv oder gar rechnend mit am

¹⁴²Walter Conrad, *Elektronik - Funktechnik*, Leipzig (VEB Bibliographisches Institut) 1982, Eintrag "Elektroakustik", 95

¹⁴³ Dazu Sandrina Khaled, *Psóphos und phoné*. Die mathematische Formalisierung des Hörbaren in Archytas von Tarents *Harmoníkos*, in: W. E. / Friedrich Kittler (Hg.), *Die Geburt des Vokalalphabets aus dem Geist der Poesie*, München (Fink) 2006, 153-170

Werk sind. Die spätmittelalterliche Lesart der antiken Texte, die Scholastik (namentlich Thomas von Aquin), übersetzt diesen aristotelischen Begriff mit dem lateinischen *medius*. Auch um 1600 bedeutet *medium* noch "übertragende Substanz", etwa Luft oder "Äther" zur Übertragung von Licht und Klang, so daß "die Leitung, die Übertragung, das metapherein, dem Licht stets vorausgehe. Ohne Lichtbringer, ohne einen luziferen Träger <...> oder lumiferen Träger (von dem die Physik des 19. Jahrhunderts sprach), gibt es kein Licht¹⁴⁴".

"Mit einem Offenlassen der Begriffsfrage und mit der Verführung zu einem transsensuellen, äthergleichen Verständnis von 'Medium' ist <...> nicht zu helfen"¹⁴⁵, schreibt Niklas Luhmann. Walter Benjamin beschreibt die Geistesfähigkeit von Sprache in einer Weise, die epistemologisch bereits mit dem Mediumwesen elektromagnetischer Wellen korreliert: "Es ist fundamental zu wissen, daß dieses geistige Wesen sich *in* der Sprache mitteilt und nicht *durch* die Sprache. Es gibt also keinen Sprecher der Sprachen, wenn man damit den meint, der *durch* diese Sprachen sich mitteilt. <...> Jede Sprache teilt sich in sich selbst mit, sie ist im reinsten Sinne das "Medium" der Mitteilung"¹⁴⁶

- Botschaft im Sinne von McLuhans Medientheorie. Das "Mitteilbare ist unmittelbar die Sprache selbst" <Benjamin, G. S. Bd. II.1, 142>.

Der notorische Aufsatz Fritz Heiders über das Verhältnis von "Ding und Medium" (1926) kommt nach einer Lektüre von Aristoteles wohlvertraut vor - und vorgreifend ebenso Niklas Luhmanns systemtheoretischer Unterscheidung zwischen "Form" und "Medium". Medientheoreme tauchen wenn nicht explizit, so doch als Denkfiguren in späteren Texten auch dann noch auf, wenn Autoren vergessen haben, worauf sie zurückgehen. Gerade dann wird Technologie zur Tradition, wenn die Medien der Übertragung selbstverständlich oder die Genesis zugunsten der Geltung vergessen werden - die Antwort auf vergessene Fragen.¹⁴⁷

"Wir erkennen nicht nur Dinge, die unsere Epidermis unmittelbar berühren, sondern wir erkennen auch oft ein Ding durch etwas Anderes. Wir sehen zum Beispiel durch den Äther ferne Sterne; wir hören durch die Luft den Ton einer Glocke;

¹⁴⁴ Editorial, in: Engell et al. (Hg.) 2002: 6

¹⁴⁵ Niklas Luhmann, *Weltkunst*, in: ders. / Frederick D. Bunsen u. Dirk Baecker, *Unbeobachtbare Welt: über Kunst und Architektur*, Bielefeld (Haux) 1990, 7-45 (20)

¹⁴⁶ Walter Benjamin, *Gesammelte Schriften*, hg. v. Rolf Tiedemann / Hermann Schweppenhäuser, Frankfurt/M. 1972-1989, Bd. II.1: *Über Sprache überhaupt und über die Sprache des Menschen* [*1916], 142f, zitiert nach: Weber 1999: 40 u. 47

¹⁴⁷ Dazu Peter Sloterdijk, *Regeln für den Menschenpark*. Ein Antwortschreiben zum Brief über den Humanismus - die Elmauer Rede, in der vom Autor autorisierten Version in: *Die Zeit* v. 16. September 1999

wir erkennen am Barometerstand die Höhe des Luftdrucks; wir erkennen an den Ausdrucksbewegungen Psychisches <...>. Die Luftschwingungen sind Vermittlung, das Ticken meiner Uhr etwa Objekt des Erkennens. <...> Es wäre doch möglich, daß in der physikalischen Struktur selbst - ganz ohne Beziehung auf ein bestimmtes Subjekt schon Unterschiede vorhanden sind, die gewisse Dinge zur Vermittlung, andere zum Objekt vorherbestimmen." <Heider, in Engell (Hg.) 1999: 319>

Mediumvorgänge an und für sich seien zumeist „Nichts“; in genau diesem Raum einer scheinbaren Passivität entfalten Medien ihre eigentliche Wirkung. "Lichtstrahlen haben im Großdinglichen keine zugeordneten Folgen, und Ausnahmen, wie z. B. das Radiometer, verblüffen die Menschen" <Heider 1921 / 1999: 329f>. Paradigmenbildend für Heiders Analyse sind Schwingungen, wie sie im Akustischen bewußt wahrnehmbar sind. Lose gekoppelten Medien können Schwingungen aufgezwungen werden; Luft aber gibt sich erst zu erkennen, wenn sie verrauscht ist, wenn also -im Sinne der Nachrichtentheorie - Signal und *noise* sich mischen: die dem Medium ‚Luft‘ aufgezwungene Schwingung ‚Nebel‘ etwa, der bis zur Verkennung des großdinglichen Objekt der Wahrnehmung (etwa das weiße Haus in der Fern) führen kann. Dinge unterscheiden sich von Medien durch die feste Kopplung ihrer Elemente und verfügen über Eigenschwingungen.

Heider bleibt bei der Frequenztheorie einer klassischer Medienphysik, also der Impressionen von Wellen auf Materiellem. Demnach ist die Wahrnehmung "das, was fähig ist, die wahrnehmbaren Formen ohne Materie aufzunehmen, wie das Wachs das Zeichen des Ringes ohne das Eisen und das Gold aufnimmt" <Aristoteles, *De anima*, § 424a>. Der Geist insbesondere ist in diesem Sinne "zunächst eine noch unbeschriebene Schreibtafel" <§ 430a>, was bei Albertus Magnus und Thomas von Aquin im Mittelalter dann lateinisch *tabula rasa* (aber eben auch im Sinne von Sigmund Freuds *Notizen über den Wunderblock*) heißt <Scholz 2000: 620f>. Die Wachs(tafel)metapher wird medial konkret mit der Photographie, nach deren Auftritt 1859 Oliver Wendell Holmes zu prognostizieren vermag:

"Die Form ist in Zukunft von der Materie getrennt. In der Tat ist die Materie in sichtbaren Gegenständen nicht mehr von großem Nutzen, ausgenommen sie dient als Vorlage, nach der die Form gebildet wird. Man gebe uns ein paar Negative eines sehenswerten Gegenstandes ... mehr brauchen wir nicht. Man reiße dann das Objekt ab oder zünde es an, wenn man will ... Die Folge dieser Entwicklung wird eine so gewaltige Sammlung von Formen sein, daß sie nach Rubriken geordnet und in großen Bibliotheken aufgestellt werden wird."¹⁴⁸

¹⁴⁸ Zitiert nach Wolfgang Kemp, *Theorie der Fotografie I. 1839-1912*, München 1980, 121 (Hinweis Bernd Busch)

Eine Ästhetik der Formen ist aber noch keine Informationstheorie (Vilém Flusser möge verzeihen, daß seine wortspielerische Ableitung von In-Formation hier übersprungen wird). Zum Medium als Gegenstand von Medienwissenschaft (statt der Physikalischen Optik) wird Licht erst als technisch angeeignete Form: apparitiv, operational. Die Sonne hat immer schon geschienen, doch erst mit der technischen Photographie kann Sigmund Theodor Stein *Das Licht im Dienste wissenschaftlicher Forschung* beschreiben (Halle 1884).¹⁴⁹

Das Erbe des 19. Jahrhunderts: Organizistische, mechanische, energetische und psychophysikalische Medientheorien

Medien meinen heute eine Kombination von Hochtechnologien einerseits und Informatik andererseits. Der Informationsbegriff hat ein Erbe des 19. Jahrhunderts abgelöst: einen Organizismus, der seinerseits an die mechanistisch geprägte Zeit des Weltbildes in Barock und Aufklärung getreten war.¹⁵⁰ Ernst Kapps *Philosophie der Technik* formulierte 1877 eine theoretische Linie, die sich bis hin zu Herbert Marshall McLuhans Begriff von technischen Medien als Prothesen des (defekten) Menschen zieht. Dieser Ansatz Kapps läßt sich erweitern mit Blick auf Techniken der Selbstkonstitution, des Humanwerdens des Menschen überhaupt. Was wäre eine Definition des Menschen ohne die kulturell erworbene Kompetenz zur Symbolverarbeitung, von Lesen und Schreiben etwa, welcher alphanumerischer Symbole auch immer er sich dabei bedient (Alphabete, Kodierungen, Programmierung)?

Doch Prothesen des Menschen im Sinne Kapps und McLuhans sind längst nicht mehr nur Apparate, Aggregate und Symbole, sondern auch Psychopharmaka, biotechnologische Implantate und prothetische Gewebe aus organischem Material. Im Namen der sogenannten Lebenswissenschaften wächst hier der florierenden Medienwissenschaft eine Konkurrenz heran, die inzwischen bis auf die Ebene neuroinformatisch betriebener Bio-Chips reicht. Die Wissenschaftsgeschichte erinnert, daß beide Blicke und Praktiken bereits im 19. Jahrhundert mannigfach auf der Ebene physiologischer Wahrnehmungsexperimente verschränkt waren, die einerseits auf menschliche Sinne zielten, andererseits nur mit hochtechnischen Meß- und Darstellungsapparaturen zu bewerkstelligen war. Hermann von Helmholtz, ein Protagonisten der Sinnesphysiologie im Berliner 19. Jahrhundert, stellte buchstäblich zeitkritische Untersuchungen darüber an, mit

¹⁴⁹ Dazu Herta Wolf, *Das Licht im Dienste der Wissenschaft: Herausforderung Venusdurchgang 1874*, in: Engell et al. (Hg.) 2002: 85-100

¹⁵⁰ Siehe Jessica Riskin, *The Defecating Duck, or, the Ambiguous Origins of Artificial Life*, in: *Critical Inquiry* Bd. 29 Heft 4 (2003), 599-633 [www.uchicago.edu/research/jnl-crit-inq/issues/v29/v29n4.html]

welcher Geschwindigkeit eine durch Nervenreizung ausgelöste Empfindung ins Bewußtsein tritt. Wie auch für ähnlich gelagerte Versuche seiner Kollegen Wilhelm Wundt und Sigmund Exner bedurfte es zur Entdeckung und Vermessung dieser neuen Mikrophysiologie von Zeit medientechnischer Experimentalaufbauten und hochempfindlicher Laboranordnungen.¹⁵¹ Längst unterlaufen die technischen Meßmedien das, was menschliche Sinne (Auge, Ohr) noch trennen; auf ästhetischer Ebene ahnte schon Johann Heinrich Lambert, daß eine Analogie zwischen Vokalen und Farben besteht. Der Begriff "multimedial" liest sich medienarchäologisch als das, was quer zu Medien liegt, die auf eine ästhetische Funktion festgelegt sind. Medienepistemologisch entscheidend aber ist der Moment, wo die Selbstaufzeichnung von Signalflüssen an die Stelle symbolischer Notation tritt; erstaunt hatte 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)¹⁵², entpuppt sich als Modellierung nach einem medienarchäologischen Vorgang auf mikrophysikalischer Ebene: "Man zwingt eigentlich den Schall dazu sich selbst abzudrucken - 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."¹⁵³ 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*).¹⁵⁴ Bei Oresme

¹⁵¹ Dazu Henning Schmidgen (Hg.), *Lebendige Zeit*.

Wissenskulturen im Werden, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2005

¹⁵² W. E., *Sekretärinnen ohne Chef*, in: Joseph Vogl / Bernhard Siegert (Hg.), *Europa. Kultur der Sekretäre*, xxx

¹⁵³ Novalis, *Enzyklopädie VI*, Abt. 1, 1277; das Zitat Ritters aus: Hans Jenny, *Kymatik. Wellen und Schwingungen mit ihrer Struktur und Dynamik*, Basel 1967

¹⁵⁴ Zitiert nach: Ulrich Taschow, *Nicole Oresme und der Frühling der Moderne. Die Ursprünge unserer modernen quantitativ-metrischen Weltaneignungsstrategien und neuzeitlichen Bewußtseins- und Wissenskulturs*, Bd. 1, Halle (Avox)

finden wir (*arché* hier zeitlich wie epistemologisch gesehen) "erstmalig" das Indiz für eine bewußte Quantifizierung, also Digitalisierung musik-zeitlicher Vorgänge; die "Abstraktion einer zeitlich-sukzessiven Qualität als geometrische und somit statische Figur" <Taschow 2003: 87>. 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.¹⁵⁵ Newton, Huygens und schließlich Euler propagierten die 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 Theorie¹⁵⁶; selbst eine Rechteckwelle ist demnach in (unendlich viele) Sinusfunktionen auflösbar - ein infinitesimaler Limeswert des Analogen zum Digitalen <dazu Siegert 2003: 242ff>.

Es kommt also zum epistemologischen Bruch mit dem atomistischen Modell der Antike.¹⁵⁷ 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" <dazu Siegert 2003: 299f>, und dieser Frequenzraum ist eine genuine Zeitschrift. Die neuzeitliche Sensibilität für Schwingungen als unmittelbare Vorgeschichte der medientechnischen Gegenwart kann nicht mehr aus starren *stoicheia*, sondern vielmehr aus dem Pendel oder Waaghemmung der spätmittelalterlichen Räderuhr abgeleitet werden, welche die diskrete Zeit durch periodische Schwingungen ins Werk

2003, 61

¹⁵⁵ Stefan Hoffmann, *Geschichte des Medienbegriffs*, Hamburg (Meiner) 2002, 64ff

¹⁵⁶ Ueber die Darstellbarkeit einer Function durch eine trigonometrische Reihe, Braunschweig 1867

¹⁵⁷ Martin Donner weist in seiner Seminararbeit im Fach Medienwissenschaft der HU: *Versuche der künstlichen Erzeugung von Stimmorganen von Euler bis Helmholtz* (datiert vom 28. Oktober 2005) in Anlehnung an die Habilitationsschrift von Bernhard Siegert darauf hin.

setzt.¹⁵⁸ Damit wird das Sein der Dinge als Sein zur Zeit entborgen <vgl. Siegert 2003: 250> - womit aber auch Medien- als Seinsgeschichte nicht mehr exklusiv auf der buchstäblichen Notation namens Historiographie (Subjekt und Objekt der Geschichtsschreibung) basiert, sondern in kleinste Perioden zerfällt (ein Gedanke, den Leibniz entwickelt, aber nicht bis zum Durchbruch der Schallmauer namens Geschichte vorangetrieben hat).

Das Vorwort von Fouriers *Analytischer Theorie der Wärme* (Deutschsprachige Ausgabe Berlin 1884) 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 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) Faltenwurfs. Reizungen der Materie lösen in Leibniz' Vorstellung "Schwingungen oder Oszillationen" aus, welche als Bewegungen in Töne übersetzt werden können.¹⁵⁹ Wo die mathematische Analyse in technische Synthese umschlägt und mithin die vormalige Mathematisierung der Mechanik in die Mechanisierung der Mathematik (kulminierend in Alan Turings Entwurf eines Rechners von 1936/37), kommt die Medialität 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.¹⁶⁰ 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

¹⁵⁸ Dazu xxx Dohrn-van Rossum, xxx

¹⁵⁹ 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

¹⁶⁰ *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

Luftstroms das Spielen von Melodien aus klaren Einzeltönen statt stetigem Jaulen ermöglicht.¹⁶¹ Hier liegt der Bezug zum Vokalalphabet, das als Diskretisierung des phonetischen Lautstroms eine Technik zur Tonspeicherung wurde.

Das Kriterium für Cagniard de la Tours Namensgebung ist ein innerklanglichen: unter Wasser ("immergé 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 ist originär "als epistemisches Ding konzipiert, als Technologie zur Erkenntnishilfe"¹⁶², und damit verdinglichte Medientheorie, die sich löst von der philosophischen Spekulation und zur Praxis der Medien selbst wird, medienaktiv. Das 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 Medialisierung von *theoría*, selbst aktiv: "Grundbaustein eines Quantencomputers ist eine physikalische Situation, die bei Messung genau eines von zwei Ergebnissen produziert"¹⁶³, 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.>. So kommt es zu quantenmechanischen Grenzwerten und Unschärfen zwischen 0 und 1, zu Quantisierungsrauschen bei der Digitalisierung. Dazwischen steht ein Mechanismus, der als Test mathematischer Wahrscheinlichkeitstheorie entwickelt und einstweilen von der Theoriemaschine zum Spiel wurde: Roulette, der dynamische Kurschluß von physikalischer Welt und Zahl. Mit der

¹⁶¹ Dazu Siegfried Wendel, *Das mechanische Musikkabinett*, Dortmund (Harenberg) 1983, 79 u. 102

¹⁶² Martin Donner, unter Bezug auf: Philipp von Hilgers, *Loslösung des Klangs vom Körper*, in: Bernhard Dotzler / Henning Schmidgen / Cornelia Weber (Hg.), *Parasiten und Sirenen* (Zwischenräume Nr. 6), als Preprint im Internet: <http://vlp.mpiwg-berlin.mpg.de/exp/archiv/zwischenraeume6.html>

¹⁶³ 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)

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. Nicht die Digitalisierung, deren Mathematik auf das frühe 19. Jahrhundert zurückgeht, ist die Revolution des zwanzigsten Jahrhunderts, sondern die Quantenmechanik, die ihre technische Implementierung erst universalisiert hat."¹⁶⁴

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

Ebenso unantik war es, als Bischof Nicole von Orême im Zeitalter der Hochscholastik - ebenfalls am Objekt des Klangs, des *sonus* - nicht schlicht Geschwindigkeit, sondern auch Beschleunigung meß- und aufschreibbar zu machen suchte; das marginale Diagramm einer Teilung der Bewegung in Intervalle, welche den Grad der Beschleunigung numerisierbar macht, zeugt davon.¹⁶⁵

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 allgemeinen Orts- und Zeitumstände als Effekte von jeweiligen Medientechniken präzisiert werden können. Friedrich Nietzsche hat den Menschen als „das noch nicht festgestellte Thier“ beschrieben, 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?“ Nietzsche antwortet in seinem Aphorismus 426 der *Morgenröthe*: der Griechen Augen etwa sei für Blau und Grün „blind“ gewesen.¹⁶⁶ Aus Blindstellen und Momenten der Taubheit

¹⁶⁴ 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>

¹⁶⁵ Dazu Ulrich Taschow, xxx

¹⁶⁶ Martin Stingelin, Mit dem Auge denken, über: Bettina Heintz / Jörg Huber (Hg.), Mit dem Auge denken. Strategien der Sichtbarmachung in wissenschaftlichen und virtuellen Welten, Zürich / Wien / New York (Springer) 2001, in: Frankfurter

gehen das Sehen und das Hören überhaupt erst hervor, insofern es technisch supplementiert wird. Dieses audiovisuelle Gleiten als ein zeiträumlich, diskursiv und apparativ konditioniertes ist Untersuchungsebene von Medienarchäologie. Als ein entscheidendes Agens für die Aufrüstung der menschlichen Sinne kommt mit Photographie, Grammophon und Film, später mit Radio und Fernsehen das mediale 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" <21> - 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:

Aber 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 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.¹⁶⁷

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 kann <Helmholtz 1863/1913: 56>, 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 Medialität. Wo der Mensch selbst mit den physikalischen Phänomenen mitschwingt, wird aus der mechanischen Ursache-Wirkung Maschine ein Analogrechner und eine Bewußtseinsmaschine (Martin Donner). Damit wird ästhetische Empfindung nachrichtentechnisch (und mit Claude Shannon später auch als mathematische Theorie der Kommunikation) formulierbar. Ernst Kapp beschreibt 1877 die "durchgängige Parallelisierung von Telegraphensystem und Nervensystem von Seiten der Wissenschaft" sowie den "Telegraph auf der Schwelle, wo der Mechanismus sich vom sinnlich Greifbaren mehr und mehr entfernend, je nach der Feinheit des verwendeten Stoffes zur durchsichtigen Form des Geistes wird"¹⁶⁸ - womit er exakt die medienarchäologische Ebene des Transition von Elektromechanik und -physik zu Sinn(es)physiologie, dem Reich des Kulturellen, beschreibt. Seine Referenz ist

¹⁶⁷ Dazu die Forschungen von Robert Dennhardt am Hermann von Helmholtz-Zentrum für Kulturtechnik der Humboldt-Universität zu Berlin: eine Geschichte der Elektronik als Epistemologie des Digitalen.

¹⁶⁸ Ernst Kapp, Grundlinien einer Philosophie der Technik. Zur Entstehungsgeschichte der Cultur aus neuen Gesichtspunkten, Braunschweig (Westermann) 1877, Inhaltsverzeichnis (xi) zu Kapitel VIII "Der elektromagnetische Telegraph", 139-154

eindeutig; bereits von Helmholtz hatte die Nerven mit Telegraphendrähten verglichen: "Ein solcher Draht leitet immer nur dieselbe Art elektrischen Stromes, der bald stärker, bald schwächer oder auch entgegengesetzt gerichtet sein kann, aber sonst keine qualitativen Unterschiede zeigt" <Helmholtz 1863/1913: 245>. Es wurde als der Index des Realen empfunden, was sich da - im Unterschied zu bisherigen symbolischen Schrift- und Bildnotationen - "zeigt", oder zugespitzt formuliert: zeitigt, denn was sich hier zeigt, zeigt sich in seiner zeitkritischen Dimension.

"Dennoch kann man, je nachdem man seine Enden mit verschiedenen Apparaten in Verbindung setzt, telegraphische Depeschen geben, Glocken läuten, Minen entzünden, Wasser zersetzen, Magnete bewegen, Eisen magnetisieren, Licht entwickeln usw. Ähnlich in den Nerven." <Helmholtz ebd.>

Somit wird als Ursache von Nervenreizung nicht mehr (wie in der elektrogalvanistischen Frühphase der Physiologie um 1800) eine Lebensenergie unterstellt, die Johannes Müller noch bemühte, sondern in einem dramatischen, vom Stand derzeit aktueller Nachrichtenübertragungsmedien induzierten Paradigmenwechsel eine Epistemologie des Signals (mithin also der Information) entwickelt.¹⁶⁹ Medienarchäologie untersucht Medien dementsprechend nicht auf der Ebene ihrer Semantik, sondern auf der Ebene des Zustandekommens von Signalen, der aller Kommunikation vorgelagerten operativen Vollzugsebene. "Der von <sc. Leonard> Euler eingeforderten Realität des Mathematischen folgte die konkrete Realität des Technologischen: die Kodierungen der technischen Medien finden nicht mehr auf semantischer sondern auf materieller Ebene statt" (Martin Donner). Dies aber kann nicht ohne Konsequenzen für die Geschichtsschreibung technischer Medien sein, die als kulturförmig neue Episteme auch eine andere Beschreibung fordern (oder schon selbst praktizieren). Sind Kulturtechniken wie die Schrift die Übersetzung von Welt in den symbolischen Raum gewesen, etwa als "die Reduktion des dynamischen Klangs zum unbewegten Raum"¹⁷⁰, so praktiziert medientechnische Einschreibung die Dynamisierung der Inskription zur kinematischen und rechentechnisch n -dimensionalen Topographie.

¹⁶⁹ Dazu Wolfgang Hagen, Gefühlte Dinge. Der Oralismus im Effekt des Elektrischen als die Entdeckung der Telefonie, in: Stefan Münker / Aleander Roesler, Telefonbuch. Beiträge zu einer Kultureschichte des Telefons, Frankfurt 2000; erweiterte Web-Fassung unter:

<http://whagen.de/publications/GefuehlteDinge/GEFDING.HTM>

¹⁷⁰ Walter Ong, Oraltät und Literalität, auszugsweise in: Lorenz Engell u. a. (Hg.), Kursbuch Medienkultur. Die maßgeblichen Theorien von Brecht bis Baudrillard, Stuttgart (EVA) 2004, 98; Original: xxx

"Bevor man ein einziges Wort austauscht, bevor man sich über den Code einigt, muß man wenigstens einen gemeinsamen Ton aussenden. Hier kann man zur selben Zeit" - also synchron - aussenden und empfangen", ansonsten wäre es nur Geräusch, Rauschen, Störung.¹⁷¹ Von dieser operativen medientechnischen Vollzugsebene her gedacht sind ästhetische Reflexion als ästhetische Erdung präziser ableitbar als es allgemeine philosophische Spekulationen ermöglichen, etwa Pudowkins Plädoyer für eine ausdrückliche audiovisuelle Asynchronizität im frühen Tonfilm.¹⁷²

Marshall McLuhan sah 1964 durch die Kreuzung respektive Hybridisierung von Medien gewaltige Energien freierwerden - "ähnlich wie bei der Kernspaltung oder Kernfusion."¹⁷³ Martin Heidegger hat die Medialität von Theorie anhand der kernphysikalischen Einsicht beschrieben, wie die vom Beobachter im Experiment verwendete technische Apparatur mitbestimmt, was jeweils am Atom, d. h. an seinen Erscheinungen zugänglich ist und was nicht: "Die Technik ist mitbestimmend im Erkennen. Dies kann sie nur sein, wenn ihr Eigenstes selbst etwas vom Erkenntnischarakter an sich hat" <Heidegger 1962/1989: 16>. So wandert die Theorie in die Technik selbst. Allerdings haben wir es hier (*nota bene*) mit Techniken zu tun, für die der Begriff der Kulturtechnik noch hinreichend ist. Die quantenphysikalische Theorie der Beobachtung spitzt zu, daß als Messung nur zählt, was eine Aufzeichnung induziert; Wissensmacht liegt hier schon am Ort und im Moment der aufzeichnende Geräte, also auf der medienarchäologischen Ebene des Werdens von Daten.

Wo Technik an Körpern bleibt und nicht in Maschinen wandert, bleibt dieser Vorgang noch im kulturtechnischen Bereich.

Abb.: Guido von Arezzo, Notenhand = Abb. 6 aus: Horst Wenzel, Von der Gotteshand zum Datenhandschuh, in: Sybille Krämer / Horst Bredekamp (Hg.), Bild - Schrift - Zahl, München (Fink) 2003, 25-57 (37)

Der Musiktheoretiker Guido von Arezzo symbolisiert zwischen 1000 und 1050 sechs Tonstufen durch sechs Silben (*ut-re-mi* etc.) und ordnet vermittels der sogenannten Guidonischen Hand die Töne den Fingerspitzen und den verschiedenen Fingergelenken zu. Die Hand wird damit zu einem operativen Diagramm und Theorie mnemotechnisch. Als solche aber handelt es sich eher um eine Kultur- denn um eine Medientechnik, da "die Hand als metonymische Repräsentation des abwesenden Gelehrten zu verstehen ist" <Wenzel 2003: 37>, und das

¹⁷¹ Michel Serres, Musik, in: ders., Der Parasit, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1981, 203.

¹⁷² In: Helmut H. Diederichs (Hg.), Geschichte der Filmtheorie, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2004, xxx

¹⁷³ Marshall McLuhan, Die magischen Kanäle. Understanding Media [AO 1964], Dresden / Basel 1995, 95

Pergament, auf dem die Hand als Manu-Script gezeichnet ist, ist selbst ein organischer Stoff: Haut (Metonymie also auch auf der Speicherträgerebene).

"Die Verwendung der Hand als Memorialschema auf der Grundlage der Manuskriptkultur demonstriert die Grundregel jedes Medienwechsels, wonach das neue Medium sich zunächst als Fortsetzung und Steigerung des alten Mediums etabliert, in unserem Fall die Manuskriptkultur als Fortsetzung und Steigerung der körpergebundenen Memoralkultur." <Wenzel ebd.>

Eine für den Anteil technischer Prozesse am Mechanismus der Kultur geschärfte Wissenschaft nimmt dies wahr. Dies aber ist noch keine Medienwissenschaft; diese bildet sich erst wirklich zeitgleich mit elektronischen Übertragungsmedien wie Radio und Fernsehen. Indikator dafür ist jener McLuhan, auf den Wenzel hier referiert: Marshall McLuhan, *Understanding Media* (1964). dt.: *Die magischen Kanäle*. Der Diskurstifter der modernen Medienwissenschaft steht für den Moment, wo die tradierten Technikphilosophien nicht mehr hinreichen, die neuen elektrotechnischen Phänomene der Signalübertragung zu beschreiben, und der Medienbegriff die interne *back-stage* der Physik verläßt, um die Bühne zu betreten - ins Medientheater. Gemeinhin ist dafür die Rede von sogenannten Massenmedien; erlaubt sei ein Wortspiel: Medienwissenschaft hebt mit jenen technischen Medien an, die an Masse angeschlossen sind, also Elektrotechniken. Entscheidenden Anteil hat dabei aus medienarchäologischer Perspektive nicht ihr publizistischer Wirkungsgrad, also etwa die Analyse von Radiosendungen (dafür ist Medienwirkungsforschung zuständig), sondern ein buchstäblich medienarchäologisches Artefakt, die Radoröhre. Seitdem um 1900 entdeckt wurde, daß in dieser Vakuumröhre zwischen Anode und Kathode ein Elektronenstrom fließt, der durch leichten Input moduliert werden kann, läßt sie sich sowohl als Verstärker einsetzen (wodurch Radio erst, im Unterschied zum individualisierenden Kopfhörer, Massenmedium im Sinne eines zeitgleichen Publikums wird), wie als Steuerungselement (in den ersten elektronischen Großrechnern). Medienarchäologie als Medientheorie setzt hier an, auf der operativen Ebene von Medienprozessen, die genuine Artefakte sind, im Unterschied zu ganz natürlichen oder ganz menschlichen Prozessen.

Moderne Medientheorie hebt an in dem Moment, als das Fernsehen und der Auftritt des Computers ein Reflektieren nötig macht, das eigene disziplinäre Kenntnisse technisch und begrifflich erfordert. Doch nicht erst mit dem elektronischen Computer, sondern schon 1832 waren digitale Medien in Sicht, und ich möchte für einmal nicht Charles Babbages programmierbaren mechanischen Rechner, sondern seinen russischen Zeitgenossen zitieren, Semen Karsakov:

"Wenn man nun den Einfluss bedenkt, den die unterschiedlichen Perfektionierungen des Einsatzes unserer Organe auf den

Fortschritt des menschlichen Wissens gehabt haben, unter ihnen des Sehens beispielsweise durch die Erfindung des Teleskops, die großen Vorteile, die jeden Tag die Navigation, die Kriegskunst und der gesellschaftliche Verkehr daraus ziehen, die Entdeckung durch dieses Mittel von neuen Welten in der Unermesslichkeit der Himmel, die noch in dieser Epoche für uns gar nicht existieren; oder auch die Erfindung des Mikroskops, durch die wir andere, sehr viel nähere, aber nicht weniger herrliche Welten kennen gelernt haben, und das uns eingeführt hat in die verstecktesten Geheimnisse der Natur, - ist es also nicht absolut natürlich anzunehmen, dass die Entdeckung eines Verfahrens, das in der Lage ist die Leistungsfähigkeit des erhabensten Organs des Menschen zu erweitern, des Organs von dem all die anderen Organe gelenkt werden, der Intelligenz selbst, dass diese Entdeckung gefolgt sein könnte von Resultaten von sehr großer Konsequenz, wenn hervorragende Gelehrte unter ihren Kerzenleuchtern die Prinzipien, auf denen dieses Verfahren beruht, studieren und die notwendigen Tafeln erstellen für seine Anwendung auf verschiedene Bereiche des menschlichen Wissens."¹⁷⁴

Gleich Babbage sah Karsakov die Perspektive einer "Mechanisierung des Denkens". Babbages Projekt einer *Analytical Engine* mag durchdacht gewesen sein, doch Karsakov wurde zum Pionier, indem er parallel dazu die praktische Implementierung von Lochkarten in der statistischen Informationsverarbeitung konzipierte - und zwar als Mitarbeiter im russischen Innenministerium in der systematischen Bekämpfung der Cholera-Epidemie um 1830. Aufgabe einer Medienarchäologie in Berlin ist es u. a., den Westen die vergessene Geschichte und Vorgeschichte des europäischen Computers in Osteuropa zu erinnern. Karsakov jedenfalls konzipierte ein symbolisches Alphabet, um (Zitat) "Ideen auf (physikalischer) Materie" buchstäblich ausdrücken (oder auszudrücken), bis hin zu synoptischen Tafeln für die Kultur der Moderne.

Karsakov entwickelte diesen Ansatz zu einer mechanischen Kombination solcher statistisch verlockarteten Tafeln weiter, um so das, was er in seinem französischen Traktat mit "la comparaison des idées" beschrieb, zu automatisieren. Er nannte dieses Medium "machine intellectuelle" und prophezeite deren Zukunft, die mit dem Computer tatsächlich nicht mehr vergangene Zukunft, sondern Gegenwart wurde.

¹⁷⁴ Semen Karsakof, Beschreibung Eines neuen Forschungsverfahrens mittels Maschinen zum Vergleich von mentalen Konzepten, St. Petersburg 1832; Übersetzung Anne Westphal. Anm. d. Übersetzerin: Karsakof verwendet „idée“ im platonischen Sinne. Als Übersetzung wurde „mentales Konzept“ gewählt, gegebenenfalls auch „Idee“ oder „Begriff“, wenn passend.

Daneben gesellt sich die andere kulturtechnische Obsession des 19. Jahrhunderts: der „energetische Imperativ“ und die Thermodynamik; beispielhaft dafür steht, nachlesbar im Gedächtnis des Archivs der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, der Name des Nobelpreisträgers für Chemie Wilhelm Ostwald. Beide, Maschinen wie Lebewesen, waren ihm um 1900 „Energietransformatoren“ mit dem Zweck, „die Energieumwandlungen so zweckmäßig wie möglich durchzuführen“.¹⁷⁵ Dem setzt dann Norbert Wiener (jenseits von Materie und Energie) den Begriff der Information gegenüber.

Sinnesphysiologie und Medientechnik

Aufgabe von Medientheorie ist es, technisch induzierte Theorien zu benennen. *A priori* ("von vornherein") bedeutet bei Kant: nicht aus der Erfahrung stammend, nicht durch sie gegeben oder irgendwie aus ihr ableitbar, sondern sie erst ermöglichend und bedingend¹⁷⁶, also *Archiv* im generativen, nomothetischen Sinn Foucaults. Hermann von Helmholtz schließt an: Unser aus Sinnlichkeit (*aisthesis* oder „Materie, d. i. Empfindung“¹⁷⁷) und Verstand zusammengesetzte Erkenntnisapparat ist so angelegt, daß wir nicht anders können, als Dinge uns in Raum und Zeit vorzustellen <ebd.>. Der Begriff des Erkenntnisapparats nimmt den "seelischen Apparat" im achten Kapitel von Sigmund Freuds *Traumdeutung* vorweg, der darin unter ausdrücklichem und nicht vage metaphorischem, sondern technisch präzisen Rekurs auf das Mikroskop und ein spezifisches Verfahren der Photographie (die auf Negativen, also Latenzzeit beruhenden Talbotypie) jene Funktionen des Seelenlebens als eine mediale Konstellation beschreibt, auf welche dann die französische *Apparatus*-Medientheorie zurückgreifen wird.¹⁷⁸

Als Funktion von elektrochemischer Nervenreizung und Signalübertragung aber wäre unser Erkenntnisapparat selbst

¹⁷⁵ Wilhelm Ostwald, *Maschinen und Lebewesen* (1911), in: ders., *Der energetische Imperativ*, xxx, 130; dazu Stefan Rieger, *Die Individualität der Medien. Eine Geschichte der Wissenschaften von Menschen*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2001, 473f

¹⁷⁶ Helmholtz, *Die Tatsachen in der Wahrnehmung*, hg. v. Schneider, Leipzig / Berlin (Teubner) 1927, Anhang III: *Zur Terminologie*, 31

¹⁷⁷ Kant, zitiert nach: Eliane Escoubas, *Zur Archäologie des Bildes. Ästhetisches Urteil und Einbildungskraft bei Kant*, in: Volker Bohn (Hg.), *Bildlichkeit. Internationale Beiträge zur Poetik*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1990, 502- (528)

¹⁷⁸ Jean-Louis Baudry, *Das Dispositiv: Metapsychologische Betrachtungen des Realitätseindrucks*, in: *Psyche. Zeitschrift für Psychoanalyse und ihre Anwendungen*, 48. Jg., Heft 11 (1975 <??>), 1047-1074; Auszug in: Engell et al. (1999): 381-396 (382ff)

schon ein Medium des Virtuellen im strengen Sinne (denn das Virtuelle meint seit den 1960er Jahren *per definitionem* alles, was "nur als elektronische Darstellung existiert und keine andere konkrete Existenz besitzt", zugleich aber die Eigenschaften der physischen Welt zu emulieren vermag).¹⁷⁹

Freuds Vorstellungen vom psychischen „Apparat“, die sich aus den physiologischen Laborexperimenten eines Emil Du Bois-Reymond, Hermann von Helmholtz und aus den Arbeiten Ernst Brückes in Wien ableiten, stehen in direktem Bezug zu elektrotechnischen und neurologischen Modellbildungen. Freuds Studien über Hysterie beschreiben zerebrale Leitungsbahnen als "viel verzweigte elektrische Anlage".

Daß hier keine bloße Analogiebildung, sondern ein im Sinne der Kybernetik beschreibbarer, bio- bzw. psychotechnischer Zusammenhang besteht, ist das Produkt einer medienepistemologischen Vermutung der Theorie gewesen: daß nämlich Signalverarbeitung in Menschen wie in Maschinen nicht grundsätzlich verschieden läuft. Hugo Münsterberg, uns mit Publikationen wie *The Photoplay* (1916) als einer der ersten Filmtheoretiker bekannt, hat seine Medientheorie gerade vor dem Hintergrund seiner Ausbildung in den psychophysiologischen Laboratorien entwickelt.¹⁸⁰

Aus diesem bio-technischen Wissenskomplex sind Theorieentwürfe von unmittelbar medienwissenschaftlicher Relevanz hervorgegangen: seien es Ernst Kapps *Grundlinien einer Philosophie der Technik* von 1877, sei es Franz Reuleaux' *Theoretische Kinematik. Grundzüge einer Theorie des Maschinenwesens* von 1875 - auch eine Medientheorie. Indem zeitgleich Friedrich Nietzsche den philosophischen Begriff der Ästhetik (Baumgarten) auf Physiologie hin erdet, auf Prozesse der sinnlichen Wahrnehmung (*aisthesis*), wird er zum vielleicht „ersten Theoretiker unseres Medienzeitalters“ (so ein anderer Friedrich: Kittler).

Hier stoßen wir auf das medienarchäologische Stratum, insofern diese Ästhetik auf Impulsen und Signalen, nicht immer schon auf semiotisierten Zeichen beruht - das, was Martin Carlé seiner demnächst als Buch erscheinenden Magisterarbeit „Signalmusik“ nennt: die Fusion von *Gestalt* und *computing*.

"Für Nietzsche <...> ist der Traum *alias* Apollon eine reine Sensorik unter Bedingungen stillgestellter Motorik, während der Rausch *alias* Dionysos gerade umgekehrt eine Motorik ohne

¹⁷⁹ Jaron Lanier, Vater der "Virtual Reality", 1989, 108ff, zitiert nach: Jörg Lingnau, Die Oberfläche der Dinge oder Wie wird aus Medien und Kunst Medienkunst?, in: Knut Hackett / Irmela Schneider (Hg.), *Fernsehtheorien*, Berlin (Sigma) 1992, 222-227 (222)

¹⁸⁰ Siehe Joseph Vogl (Bauhaus-Universität Weimar), Antrag zur Förderung einer Nachwuchsforschergruppe *Das Leben schreiben. Medientechnologie und die Wissenschaften vom Leben (1800-1900)*

<http://www.uni-weimar.de/medien/lehrgebiet/welten/projektskizze.html> (Abruf: Juni 2001)

fixierbare Bilder, aufnehmbare Photographien und sensorisch eindeutige Daten ist. <...>. Wenn Nietzsche vollends die attische Tragödie <...> als halluzinierte 'Lichtbilderscheinung' feiert, wird auch klar, daß die Opposition von Stillstand und Bewegung den zeitgenössischen Schritt von der Photographie zum Stummfilm nachgerade voraussetzt."¹⁸¹

Nietzsches Physiologie trägt einen medientechnischen Index (als medienarchäologische Variante von Walter Benjamins Begriff des "historischen Index"), die untrügliche Spur einer medientechnischen 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?"¹⁸², also nach einer Archäologie des Akustischen. Die Antwort darauf kann nur eine akustische Medienarchäologie sein, wie sie in einem anderen Format von Medientheorie, nämlich in fiktionaler Literatur, längst angedacht worden war. Der 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 medialen Zeitverzug, mit einem Speicher als temporalen Kanal (so in Anlehnung an Shannon formuliert). Einmal in Tonkonserven festgehalten, können Schallereignisse "losgelöst vom Gebrauchskontext durch die Speichertechnik auf einen neuen Gedächtniskontext treffen" <Wagner 2005: 268> 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.

In seiner Sammlung von Grotesken schreibt Salomo Friedländer 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

¹⁸¹ Friedrich Kittler, [Vorlesung Bochum IMAGExxx], *Optische Medien 2002*, xxx

¹⁸² In: *Unesco Kurier*, 17. Jg. (1976) Nr. 11, 15-21

rekonstruieren.¹⁸³ 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 uns 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*.

Abb.: "Übertragung gereizter Muskeltätigkeit", aus: Marey 1868

Setzen wir mit bloßer Hande ein altes Grammophon mit Schellack-Platte in Bewegung. 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 anschlussfähig 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 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.

¹⁸³ 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

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.

Abseitige Medientheorien *avant la lettre* (Aristoteles, Hegel)

Das 19. Jahrhundert hat die physiologische und psychotechnische Analyse von Signalprozessen in Menschen und Maschinen zur Perfektion getrieben und damit operative Medientheorie *avant la lettre* betrieben (selbst ein medienhistorischer Begriff aus dem Kupferstichverfahren, der Abzug oder Zustand vor der Künstlersignatur). Auch auf anderen Wissensniveaus war diese Epoche medientheoretisch am Werk, und der Blick darauf wird geschärft, wenn die junge Medienwissenschaft ihren theoretischen Kanon nicht auf wenige verbindliche Texte reduziert, also auf eine Handvoll Namen wie McLuhan, Flusser, Virilio, sondern die Differenzen im Medienbegriff selbst zu profilieren. In Anbetracht der Halbwertszeit längst abgesteckter medientheoretischer Schulen ist es aufregend, anderen, unvermuteten Medientheorien zur Anamnese zu verhelfen.

Neben der selbstverständlichen Vertrautmachung mit medienwissenschaftlichen Modellen, wie sie etwa im Untertitel zum *Kursbuch Medienkultur* von 1999 forsch als *die grundlegenden Theorien* bezeichnet werden, lohnt der Verweis auf Medientheorien abseits der diskursiven Hauptverkehrsstraßen, historische wie aktuelle: Etwa Aristoteles' Begriff des zum Substantiv, also Sachwort erhobenen „Dazwischen“ - *to metaxu*, ideosynkratisch weiterentwickelt von Walter Seitter zu einer ausderücklichen *Physik der Medien*.

Ein anderer Fall abseitiger Medientheorie wird vielleicht noch von den Wänden der Humboldt-Universität zu Berlin re- und raisoniert - selbst ein medienarchäologisches Phantasma, der Selbstabdruck vergangener Schallwellen als phonographische Spuren in der Wand, wie sie das bereits erwähnte Phantasiestück von Mynona "Goethe spricht in den Phonographen" (allerdings nur im symbolischen Alphabet des Literarischen, nicht also medienoperativ) durchgespielt hat. Die Wände des ehemaligen Hörsaals Nr. 6 resonieren die Worte eines Mannes, der den Begriff des Mediums an der Berliner Universität ganz früh sprach. Um 1800 ist bei ihm die Rede vom "Medium der Sprache" in Analogie zum "Wasser als Medium", steht hier also

ganz in der aristotelischen Tradition.¹⁸⁴ "Doch auch schon bei Hegel wird das diaphane Medium der Durchlässigkeit gleichsam in das Innere der Dinge *verstellt*, und zwar als *Vermittlung*. Vermittlung bildet das dialektische Medium, das allerdings durch die Kraft der Negation aktiv und konstitutiv geworden ist."¹⁸⁵ Und in der Einleitung seiner *Phänomenologie*, die eben eine des Geistes und nicht der Medien ist, heißt es: die Erkenntnis ist entweder Werkzeug oder Medium. So oszilliert der Begriff (bis zu Heidegger) zwischen "Medium als Mitte" und "Medium als Mittel".

Hegels Erkenntnistheorie ist eine Funktion optisch-technischer Terminologie, also Medientheorie. Für Hegel ist die Theorie als Erkenntnis selbst medienförmig. "Oder ist das Erkennen nicht Werkzeug unserer Tätigkeit, sondern gewissermaßen ein passives Medium, durch welches hindurch das Licht der Wahrheit an uns gelangt, so erhalten wir auch so sie nicht, wie sie an sich, sondern wie sie durch und in diesem Medium ist."¹⁸⁶ Erkenntnis bricht das Licht der Wahrheit; wenn Hegel also von der "Brechung des Lichtstrahls" schreibt, steht er damit in unmittelbarer Tradition eines physikalischen Medienbegriffs, den Aristoteles begründet hat und der sich bis Claude Shannons Nachrichtentheorie (*signal-to-noise ratio* des Kanals) spannt.

Handelt Euklids Katoptrik um 300 v. Chr. von den zurückgeworfenen Strahlen, also im Kern vom Spiegel, behandelt die frühneuzeitliche Dioptrik Keplers und Descartes' die "in dichten, durchsichtigen Medien gebrochenen Strahlen", und zwar "sowohl in den natürlichen Medien, als den künstlich hergestellten Gläsern".¹⁸⁷ Inspiriert von Galileis Fernrohr, wird damit im Moment der medientechnischen Eskalation (im Apparatewerden) genuine Medientheorie - möglich erst in dem Moment, wo italienische Brillenschleifer entsprechende Linsen herstellen konnten. "Descartes brauchte Ferrier, um optische Gläser zu schleifen; aber die Theorie der Krümmungen, die

¹⁸⁴ Zitiert hier nach: Hans-Dieter Bahr, *Medien und Philosophie*. Eine Problemskizze in 14 Thesen, in: Sigrid Schade / Christoph Tholen (Hg.), *Konfigurationen. Zwischen Kunst und Medien*, München (Fink) 1999, 50f

¹⁸⁵ Weber 1999: 48, unter Bezug auf: G. W. F. Hegel, *Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften I*, § 12, in: ders., *Werke in zwanzig Bänden*, Bd. 8, Frankfurt 1971, 56

¹⁸⁶ G. W. F. Hegel, *Phänomenologie des Geistes*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1986, 68. Dazu ausführlich: Ana Ofak, *Hegels Medienbegriff im Lichte der Optik. Rekonstruktion eines Wissenstrangers zwischen 1600 und 1800* (Magisterarbeit, eingereicht an der Philosophischen Fakultät III der Humboldt-Universität zu Berlin - deren Wände Hegels Gedanken resonieren -, Januar 2003)

¹⁸⁷ Johannes Kepler, *Dioptrik oder die Darstellung der Wirkungen geschliffener Gläser oder durchsichtiger Kristaller auf das Sehen und die unsichtbaren Gegenstände* [*1611], Thun 1997, 4 (= Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften Nr. 144)

durch den Schliff erreicht werden sollen, stammt von ihm selbst" - und zwar als errechnete. Der Wissenschaftshistoriker Alexandre Koyré beharrt unerbittlich darauf, daß "die Theorie in erster Linie Mathematisierung" ist.¹⁸⁸ Und das Eine hat Mathematik mit der Ästhetik des medienarchäologischen Blick gemeinsam: "Qualitative Verhältnisse <...> sind zum Unterschied von den qualitativen Beziehungen dadurch charakterisiert, daß sie sich gegenüber der konkreten Natur der Gegenstände gleichgültig verhalten" (A. N. Kolmogorow).¹⁸⁹

Da Aristoteles beim *metaxy* vor allem an die Sinneswahrnehmung denkt, wird das Medium zur Bedingung nicht bloß des Kontakts, sondern der *Übertragung*.¹⁹⁰ Im Unterschied zum Begriff der medialen Übertragung, des nachrichtentechnischen Kanals, manipuliert das *Dazwischen* bei Aristoteles aber nicht die Signale, sondern bringt sich selbst scheinbar zum Verschwinden und schreibt damit eine vertraute Figur der medialen Dissimilation fort, die Selbstauslöschung des Übersetzers für Texte (in der Sprache).

Das Verschwinden ist also die rhetorische, damit auch technophänomenologische Figur der Medien. Dem stellt Samuel Weber die Medialität entgegen, die schon im Suffix *-bar* liegt, in Erinnerung an Walter Benjamin:

"Es ist fundamental zu wissen, daß dieses geistige Wesen sich *in* der Sprache mitteilt und nicht *durch* die Sprache. Es gibt also keinen Sprecher der Sprachen, wenn man damit den meint, der *durch* diese Sprachen sich mitteilt. <...> Jede Sprache teilt sich in sich selbst mit, sie ist im reinsten Sinne das 'Medium' der Mitteilung. Das Mediale, das ist die *Unmittelbarkeit* aller geistigen Mitteilung."¹⁹¹

¹⁸⁸ Georges Canguilhem, "Der Gegenstand der Wissenschaftsgeschichte", in: ders., Wissenschaftsgeschichte und Epistemologie, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1979, 22-37 (32 u. 27)

¹⁸⁹ Zitiert nach: Rainer Thiel, Quantität oder Begriff? Der heuristische Gebrauch mathematischer Begriffe in Analyse und Prognose gesellschaftlicher Prozesse, Berlin (VEB Verlag der Wissenschaften) 1967, 244

¹⁹⁰ Samuel Weber, Virtualität der Medien, in: Sigrid Schade / Christoph Tholen (Hg.), Konfigurationen. Zwischen Kunst und Medien, München (Fink) 1999, 35-49 (47), unter Bezug auf die Bücher II und III von Aristoteles, Über die Seele (*peri psyches*)

¹⁹¹ Walter Benjamin, Gesammelte Schriften, hg. v. Rolf Tiedemann / Hermann Schweppenhäuser, Frankfurt/M. 1972-1989, Bd. II.1: Über Sprache überhaupt und über die Sprache des Menschen [*1916], 142f, zitiert nach: Weber 1999: 40 u. 47

Das Dazwischentreten der Diskurse: obskure Medientheorien (Radiographie)

Die technische Entwicklung der neuen Medien im 19. Jahrhundert wird begleitet von einem theoretischen Diskurs, der tastend und zuweilen bizarr auf den Begriff zu bringen versucht, was sich als medieninduziertes Phänomen neu zu denken aufgibt - etwa die Entdeckung des elektromagnetischen Feldes, das als Problem auf phänomenologischer Ebene (die Erscheinung der Induktion) erst theoretisch formuliert (Faraday), dann mathematisch berechnet (James Clerk Maxwell) und am Ende praktisch reproduziert wurde (Heinrich Hertz), bevor es mit einer Generation Verzug dann Massenmedium wird: Radio.

Immer wieder aber mischen sich kulturelle Diskurse und Phantasmen in diese medientechnischen Verhältnisse ein. Telepathische Kommunikation ist das Thema einer ganzen Epoche zwischen wissenschaftlichem Experiment, parawissenschaftlicher Praxis und literarischer Fiktion. Wo Apparate das Elektro-Auragramm eines Gehirns oder von Nerven registrieren und die ermittelte Information an eine elektronische Diagnose-Maschine senden, findet jene Übertragung von Menschen in Signale statt, die Norbert Wiens Kybernetik nur anzudeuten wagte.¹⁹² Wo das elektrische Feld eines Nervensystems mit dem sogenannten Auratron vermessen wird, gesellt sich der massenmedialen Öffentlichkeit der Radiowellenwelt ein lokales *broadcasting* mit Reichweiten von 25 cm beiseite - ein Diffusionsraum, in dem wissenschaftliche wie außerwissenschaftliche Diskurse und technische Praktiken interferieren.

Immer wieder wurde in der Epoche elektromagnetischer Tonbänder versucht, im Leerlauf Geistersignale auf *tape* zu bannen. Verschwindet diese kreative Unsicherheit im Umgang mit dem Signal-Rauschen-Abstand in der Technologie des Digitalen? Doch auch digitale Datenformate wie MP3 erzeugen Artefakte, als Äquivalent zum analogen Rauschen. Was heute in Apparaten sich spricht (nämlich das technische Medium selbst), siedelte die Romantik noch in Personen an (oder Masken, der ursprüngliche Wortsinn von *persona*). In einer Zeit, als der Medienbegriff noch nicht technisch ist, vermag aus der *persona* etwas Anderes - oder das psychoanalytisch oder diskurstheoretische Andere - zu sprechen. E. T. A. Hoffmann beschreibt im *Kater Murr* ein mediales Ding als Orakel: "Von der Decke herab, hing frei eine Kugel von dem feinsten klaren Glase, und aus dieser Kugel strömten, wie ein linder Hauch, die Antworten auf die an das

¹⁹² Wladimir Velminski, Mitarbeiter am Hermann von Helmholtz-Zentrum für Kulturtechnik der Humboldt-Universität Berlin, verwies in einem Vortrag vom November 2005 am Lehrstuhl Medientheorien derselben Universität auf den Artikel „Biologische Verbindung funkt“, der 1968 in der sowjetischen Zeitschrift *Technika molodezhi* erschien - ein Bericht aus dem „Laboratorium für physiologische Kybernetik“.

unsichtbare Wesen gerichteten Fragen." Tatsächlich verbirgt sich dahinter ein kleines Mädchen gleich dem Zwerg im humanoiden Schachautomaten; vor ihren Performances aber wird das Mädchen durch elektrische Stromstöße in einen besonders reizbaren Zustand versetzt¹⁹³ - ein Zwischenmedium gleich den an Stromkreise angeschlossenen Froschschenkeln in physiologischen Apparaturen, ein technisch-organisches Hybrid, die harmlose Variante von Frankenstein.

Das wirklich Gespenstische aber liegt in der fortwährenden Denkmöglichkeit einer Auflösung der Differenz zwischen Mensch und Maschine. Der durch artikulierte Sprache oder Buchstaben kodierbare, ja programmierbare Android hat eine kulturarchäologische Vergangenheit, wie in der Kabbalistik jener *Golem* darstellt, dem Wegener zwar zu einer kinematographischen Existenz verhalf, der aber im jungen Staat Israel konsequenter zum Namen für einen Großrechner wurde. Norbert Wiener veröffentlichte unter dem Titel *God and Golem* 1964 seine kybernetische Spekulation, daß das Wesen des Menschen - gemeint war seine Information - kodiert und damit über eine Telephonleitung prinzipiell schickbar war; Oswald Wiener wiederum sah die Sendung des Menschen (im Appendix seines Romans *Die Verbesserung Mitteleuropas*) im "Bio-Adaptor" enden. Dies sind schon deshalb keine schieren Phantasien, weil sie auf der Zugrundelegung von gemeinsamer Mathematik für sowohl mechanische wie organische Systeme beruhen, in denen Sensoren signaltechnisch mit Effektoren rückgekoppelt sind - Chancen und Herausforderungen "der Steuerung, der Rekursivität und der Information"¹⁹⁴. Die Neuroinformatik definierte längst Lebewesen als Versammlungen und Nachrichtensysteme kleinster zellulärer Maschinen. Als Michel Foucault am Ende von *Die Ordnung der Dinge* noch die mögliche Auflösung des anthropologischen Menschenbilds wie eine Zeichnung im Sand am Meeresstrand prognostizierte, zeichnete sich bereits die hochintegrierte Schaltung in Silizium ab - als bewußte transistorische Verunreinigung von reinstem Sand.

¹⁹³ E. T. A. Hoffmann, Die Elixiere des Teufels. Lebens-Ansichten des Katers Murr, in: ders., Sämtl. Werke in Einzelbänden, München 1964, 440f; dazu Schanze 1974: 22

¹⁹⁴ Gregory Batesons Definition der "Kybernetik" in: ders., Geist und Natur, xxx