

["NOTIZBUCH ELEKTROMAGNETISMUS / ELEKTR(ON)IK / RADIO"]

ELEKTROMAGNETISMUS, ELEKTR(ON)IK

Zwischen- und Mikropeicher: Kondensatoren

Zyklus der Spulen

Halbleiter(speicher)

Photo- und Kinematographie des elektrifizierten Moments

Verdinglichte Elektronik (Fokus Vakuumröhre)

Die Elektrizität

Elektrizität zwischen Energie und Information

Energiespeicher (Akkus, Batterien)

„Schlafende“ Energie(reserven): speichertechnisch

Licht, Lichttürme, Leipziger *Lichtwochen*, *Palais d'Électricité* Paris 1900

Von der gespeicherten Energie zur Information

Starkstrom / Schwachstrom

Informatisierung des Stromnetzes

Elektronik bricht mit Elektrik

Blitzschlag: *Mesallianzen* von Elektrizität und Elektronik

Diagrammatik der elektrischen Funkenschrift

Wandlerelemente

Beispiel elektrischer Schwingungskreis

Schaltvorgänge

Laden, speichern (Kondensatoren)

Verstärker

Speziell: Operationsverstärker

Miniaturisierung der elektrotechnischen Bauteile

Elektrotechnik *versus* Kulturgeschichte

Elektrotechnik als Mechanik

Die elektromagnetische Induktion

Das Geschehen im elektromagnetischen Feld

Gesetzte Medien: elektromagnetische Wellen (Radio)

Induktion nanotechnisch (Elektronenmikroskopie)

Elektromagnetismus mit Maxwell

Ende einer Epoche des elektrotechnisch Analogem

Die sogenannte Schwachstromtechnik

Energieübertragung per Schwachstrom

Dreh- und Wechselstrom

Elektromechanik

Der Elektronenstrahl

Simulation

Mikroelektronik

Strom hören

Elektrische Funken

Ebenso physikalische wie (schaltungs-)symbolische Verortung des technologischen Mediums

Elektrophysiologie

"Geschichte" des Elektrons

Technomathematische Oszillatoren

Der Schwingkreis

Der Schwingkreis als Computer: das *Parametron*

Zeit, Zahl und Frequenz
Akustik als zeitkritischer Medienkanal
Akustik als sinnlich wahrnehmbare Medientheorie
Algorhythmik
Kinematographie und Typographie
Echtzeit-Poesie (Guslari)
Über Elektrizität im Buchdruck *schreiben?* Die performative Aporie
"Der Klang der Einzeilen-Abtastung" (Video)
(Hemi)Sphären
Neuromassage (Elektrophysiologie)
Das zeitkritische "Es"
Interfaces, zeitkritisch
McLuhans Interesse an der Kathodenstrahlröhre
Wellenbewegungen
Taktilität und *kairos*
Servomechanismus und Rückkopplung (Kybernetik mit McLuhan)
Wie (nicht) Mediengeschichte schreiben: McLuhans "Tetrade"
Elektromathematik: Jenseits der Prothesentheorie
McLuhans Grenze: der Informationsbegriff
Entscheidungskritische Formen der Zeitwahrnehmung durch Medien
Zeit als Fluß und Zeit als Zahl: Epistemologische Grundlagen von Uhrzeit
und Oszillatoren
Die schwingende Saite: Zeitweisen im Akustischen und die Sonifikation des
elektromagnetischen Feldes
Zum Begriff der „zeitbasierten Medien“ und seine zeitkritische Zuspitzung
Zeit in Physiologie und Neurobiologie: Der "Zeitsinn" und seine
medienarchäologische Meßbarkeit (Auto/Korrelationen). Echtzeit,
„Realtime“
Diskrete Ertastung oszillierender Phänomene: Sampling und Wavelets
Parallelität versus Sukzession, zeitkontinuierlich versus zeitdiskret in der
Elektronik: das (elektro-)technische "Bild"
Sprungfunktionen: Technomathematik der Impulse (*a*) *Sprungfunktion*, *b*)
Modulation)
Sprungfunktionen: Technomathematik der Impulse
Welle oder Teilchen? Oszillierende Zeit. Die "String Theory" in der
Quantenphysik
Zeitkontinuierliche und -diskrete Formen der Modulation: AM, FM, PCM
Technischer Begriff des *Eigenrauschens*
Heiße und kalte Medien
Testbilder, TV-Rauschen, Offener Kanal
Hermeneutik der Störung
Technische Störungen, Rauschen
Was meint Epistemologie? Störung als Moment von Paradigmenwechseln
(Thomas S. Kuhn)
Geist der Photographie / Geister
Rauschen
Ästhetik der Störung: Unschärfe, Interferenz
TV, Video / Rauschen
Testbilder, TV-Rauschen, Offener Kanal
Rauschen, nachrichtentechnisch und systemtheoretisch (Shannon /
Weaver / Luhmann)

Rauschen, nachrichtentheoretisch (Shannon)
Abfall, Entropie (Thompson, DeLilo)
Rauschen, Wolken
Sprache, Literatur
Klänge, vom Rauschen her gedacht
Computer: Medium und Widerstand
Unterhaltung und Störung
Rauschen, Geräusche
Rauschen und Sprache
Heiße und kalte Medien
Rauschen, technisch (Fernsehen)
Rauschen (ästhetisch, technisch)
Signal oder Rauschen?

ELEKTRONENRÖHRE

Das Relais
Relais, Elektronenröhre, Flip-Flop, Transistor
Elektronik, buchstäblich: Die Glühkathodenröhre
Der Transistor (Halbleiter)
Einzelelektronentransistor
Röhre *versus* Transistor? (Mythos der Elektronenröhre)
Verdinglichte Elektronik (Elektronenröhre, Transistor, Kondensator)
Eine Welt für sich. Die Elektronenröhre als Modellfall von Medientheorie
Strom, Elektron und Ion. Die Differenz von Elektrik und Elektronik.
Grundlagen der Elektronenröhre (techno-epistemische Ekphrasis)
Dingwerdung der Elektronenröhre (ihr historischer Index)
Elektr(on)ische Meßtechnik
Oszilloskopie
Kosmos, Quanten und Vakuum (quintessentielle Fiktionen)
Elektronen und Gedächtnis: Spezialfall BildspeicherRöhre (Williams Tube)
In die Röhre gucken (Fernsehen, Radar, Computer)
Oszillationen: Die Röhre als Zeitgeber / Taktgeber
Der Einfluß der Röhre auf die Genese der elektronischen Musik
Transformation oder Bruch? Elektronenröhre versus Transistor
Nerven und Elektronenhirn
Flip-Flop: Die Elektronenröhre als digitaler Schalter
Verklärungen der Elektronenröhre?
Rückkehr der Elektronenröhre als technomathematische Simulation
Das Wunder der Elektronenröhre
Elektronenröhren als epistemische Dinge
Zur funktionalen Äquivalenz von Elektronenröhre und Transistor
Barkhausen-Kurz-Schwingung
Die Elektronenröhre
Barkhausenschwingungen
Die Röhre in der Rolle der Relais (digital)
Röhren im TV
Elektronenröhren, zeitkritisch (Laufzeitröhren)
Oszilloskop
*Bild*Röhre / KathodenstrahlRöhre
Röhre *versus* Transistor
Röhren messen

100 Jahre Röhrenrauschen
Intervallschachtelungen: eine alternative Genealogie der Triode
Die Röhre als Gegenstand der (musealen)
Medienarchäologie entlang der Elektronenröhre
Eine Welt für sich. Der Mikrokosmos der Elektronenröhre als Modellfall von
Medientheorie
Flip-Flop: Die Elektronenröhre als digitaler Schalter
Implizite und explizite ZählRöhren

RADIO

Die Röhre, das Röhrenradio
Die Epoche von Radio, medienarchäologisch quer gelesen
100 Jahre Radio?
Nicht schlicht die Vorgeschichte, sondern die Alternative zum
Massenmedium Radio
Die Radioröhre
Die Elektronenröhre als Masse(n)medium: Radiokultur (Sender /
Empfänger)
100 Jahre Radioröhre
Die Elektronenröhre, das Lichtradio
Eine neue Kultur des Rauschens: Röhren mit Wiener
Radio(röhren) sehen statt hören (das Oszilloskop)
150 Jahre Tesla
Heideggers Radio
Masse und Medium: Deutungen des "Volksempfängers"
In der elektronischen Noosphäre
Definitionen von "Radio"
Ein Un-Medium: der "Äther"
Radio meint Wellen
Elektroakustik, das menschliche Gehör und Radio
Sonifikation des Elektromagnetismus: EM-Sniffing
Das "Audion"
Radio als Spiritismus?
Radiogeschichte als Medienarchäologie
Posthistoire des Radios?
Frosch-Radio
Heideggers Radio
Radio mit Popov
Radio: historisch?
Hörbares Licht
Formen der Modulation
Radio mobil hören
Sender Königs-Wusterhausen
Radio (technisch "Funk")
Immediate Radiowelten
Der "Volksempfänger"
Sender Gleiwitz / Ausbruch WKII
Implizites "Radio"
Radionotizen
Radioastronomie
EM-Sniffing

sonArc::ion - der domestizierte Blitz #2
Spektralanalyse, *spectres*, Geister
Die Elektronenröhre
Den Namen buchstabieren: Tesla (Schwachstromtechnik)
Tesla-Installation Douglas Gordon, San Francisco
Blitz und Donner
Blitz/licht
Spherics
KW-Ausbreitung als Wetterbericht
Die Askese des Oszilloskops (Installation)
Elektromagnetische Wellen - "drahtlos" auf Draht
Mikrowellenastronomie und Akustik im elektromagnetischen Raum
Botschaft oder Rauschen? Very Low Frequency
SETI mit Fourier
Kurzwellenjagd
Digitalisierung von Kurzwellen-Radio
Melancholie des Kurzwellenradios
Unschärfen
Das Wunder des gelingenden Signals: Die spezifische Medienästhetik von Kurzwellenradio
Die Epoche der Kurzwellensendung
KW-Empfänger als Analog"rechner"
KW-Cassetten: Ableitungen nach der Zeit
Agentensender
Kurzwellen, Radiowetterberichte
Ein neuer Typ von Wetter: Elektronenwolken, Ionosphären
"Funkloch"
Abhörstation Teufelsberg
Babyphone
Radio / akustisches Rauschen / Musik
Extremradio
Radioanatomie
Saiten, Schwingungen
Funktioniert eigentlich ein Lautsprecher?
Das Mikrophon
Brecht (Radiotheorie)
Radiotheater
"Live" Radio (mit Adorno)
Sendung und Programm: medienarchäologisch Radiohören
Radiostimmen
Wehrmachtsradio
Radiovisionen / Foxhole Radios
Radio als Sendung: Radio-Postkarte
Detektorradio
RFID
Betr.: Martin Heideggers Radio
Radiokritik mit Heidegger
Techno-Trauma: Mit"sprache" des Realen im Radio
"Vom Schallspiel zur Medienwissenschaft": Friedrich Knilli
Radionotizen
Die Radio-Sendung: speicherlos

Ton- und Magnetband
Schallarchive (bis 1945)
Deutsches Rundfunkarchiv Frankfurt/M.
Auf dem Weg zu einem dezentralen Soundarchiv?
Digitale Audio-Speicher
Funkstille, Radiosterben
Funkstille und Digitalradio
Mehr als das Massenmedium: Das "Funkische" des Radios
Thesen zur Zukunft des Radios
"Streaming" Radio

ELEKTROMAGNETISMUS / ELEKTR(ON)IK

Zwischen- und Mikrospeicher: Kondensatoren

- Roland Jeschke, Widerstände, Kondensatoren, Spulen - Grundbausteine der Elektronik, in: Pütz (Hg.) 1974, 53-84; J. Teichmann / E. Ball / J. Wagnmüller, Einfache physikalische Versuche aus Geschichte und Gegenwart, hg. v. Deutschen Museum, 7. Aufl. München 1999; darin u. a. "Leidener Flasche und Kondensatorprinzip"; Hans-Peter Hoffmann, Widerstände und Kondensatoren. Moderne passive Bauelemente, Berlin 1990

- Christina Dörfling, Der Kondensator. Ideen- und wissenschaftsgeschichtliche Genese eines elektronischen Bausteins, *online* <http://www.medientheorien.hu-berlin.de/forschung/hausarbeiten>, u. a. zur Differenz zwischen Speicher und Erinnerung S. 3: "Jeder Kondensator speichert nicht nur Ladungen, sondern 'erinnert' sich auch noch fast bis zur vollständigen Entladung an die zuvor beinhaltenete Energie"; vgl. Phänomen der Hysterese

- Leidener Flasche, "das erste Speichermedium der Elektrizität überhaupt." = Hagen 2005: 17; darüber hinaus entsteht damit "ein erstes Experimentalgerät der Elektrizität, das das Symbolische vom Imaginären zu trennen erlaubt Die Kapazität der Leidener Flasche ist exakt kalibrierbar" <Hagen ebd.>

- Georg Strainer, Der Kondensator in der Fernmeldetechnik (Physik und Technik der Gegenwart, Bd. III, hrsg. v. Heinrich Fassbender, Leipzig 1939, xxx-xxx

- Ur-Kondensator Leydener Flasche. "Mit dieser Flasche, einmal elektrisch geladen (z. B. durch eine Reibemaschine), kann man nicht nur erstmals elektrische Ladungen aufbewahren, transportieren, also speichern und übertragen, sondern man kann sie auf verdoppeln, addieren und multiplizieren" <Wolfgang Hagen, Das Radio. Zur Geschichte und Theorie des Hörfunks - Deutschland/USA, München (Fink) 2005, 17>

- Kondensatoren, "Elkos": Philosophie der Ultrakurzspeicher als Bedingung der Schwingungen / Schwingkreise; zentrale Bauteile quer zu allen möglichen elektronischen Medien

Papierwickelkondensator (schwarz umwickelt, ca. 1940)

Drehkondensator (Abstimmung Resonanz / Schwingkreis)

speichern elektrische Ladung; als Wechselstrom Widerstand für niedrige Frequenzen und in Verbindung mit Spoulen zur Erzeugung elektrischer Schwingungen

- zur "Abstimmung": Drehkondensatoren (bes. Differential-Drehkondensatoren); "Schwingkreis"

Zyklus der Spulen

- Wechselstromwiderstand für hohe Frequenzen (mit Luft oder Eisen)

- Wabenspule für Detektor-Radioempfang

Halbleiterspeicher

- direkt ansteuerbar: RAM; Programmspeicher: ROM; *beide* in Arbeitsspeicher des Rechners

- entweder Flip-Flop-Speicherzellen (statisches RAM = SRAM) oder Transistorschalter plus Kondensator (dynamisches RAM = DRAM). Kondensatorladungen sind flüchtig, daher 4x/Sek. aufgefrischt (dynamisches RAM)

Photo- und Kinematographie des elektrifizierten Moments

- buchstäblich Kurzschluß von Elektrizität und Chronophotographie: Ernst Mach, Geschoßphotographie; selbstauslösende Maschinen; abgeschossene Gewehr-Kugel löst in Versuchsanordnung den Funken aus einer Batterie *selbst* aus, indem sie zwei mit Glasröhrchen bedeckte Drähte passiert und dabei das Glas zerstört; Funke springt gleichzeitig hinter der Kugel über und dient so zur extrem kurzen Beleuchtung des Vorgangs. Später wird die visuelle Störung der Drähte vermieden, indem der Luftdruck der Kugel selbst den Beleuchtungsfunken auslöst, so daß ein Verschlußmechanismus der Kamera überflüssig wird; Wolfgang Baier, Quellendarstellung zur Geschichte der Fotografie, Halle 1964; Ernst Mach, Populärwissenschaftliche Vorlesungen, Leipzig 1923; Christoph Hoffmann, Mach-Werke. Ernst Mach und Peter Salcher: Photographische Fixierung der durch Projektile in der Luft eingeleiteten Vorgänge (1887), in: Fotogeschichte Bd. 60 (1996), 6 ff.

- Shelley, *Frankenstein*; Cinématographe "gestattet den Wissenschaftlern und Künstlern nicht nur, die aufgenommenen Phänomene wiederherzustellen, sondern auch, sie nach Belieben zu untersuchen und sie wieder so zusammensetzen; "daß die verschiedenen Phasen dauern, so lange sie es wünschen. [...] nach den Worten von / Fontenelle, *die Natur auf frischer Tat zu ertappen*"¹; Maxim Gorkis Einspruch nach Filmvorführung in Nishnij-Nówgorod: "Es ist kein Leben, nur sein Schatten, es ist keine Bewegung, nur deren lautloses Gespenst" = A. P-w (für Alexej Peschkow, i. e. Maxim Gorki), in: Odesskie Nowosti Nr. 3681 (1896), zitiert u. übers. in: Cinématographe Lumière 1895/1896, hg. WDR Köln (Redaktion: Werner Dütsch) 1995, 51 Film vollzieht *post-mortem*-Lebenseffekte im Sinne der Physiologie-Experimente; Menschen im Film: "leblos, obwohl ihre Bewegungen voll lebendiger Energie sind <...>. Ihr Lachen ist klanglos, obwohl Sie sehen, wie sich die Muskeln in ihren grauen Gesichtern zusammenziehen" = Gorki zitiert ebd., 52 - im Sinne von Duchenne de Boulognes Gesichts-Elektrophysiologie; Elektrifizierung des Körpers in *Frankensteins Braut*

- (Edison-)Glühbirne, wie sie infolge der EU-Gesetzgebung inzwischen schon musealisiert ist; Original-Karikatur als Umschlagmotiv von McLuhan 1964: leuchtende Glühbirne; das von McLuhan diagnostizierte Licht der Glühbirne als "reine Information" mit der wohldefinierten Informationstheorie (Morse- bzw. binärer Code "an" / "aus") tatsächlich verschränkt. Edison nämlich ließ den sogenannten Edison-Effekt als Nebeneffekt seiner Versuche zur Verbesserung der Leuchtzeit von Glühbirnen patentieren, nicht ahnend, daß er damit die Elektronenröhre vorwegnahm - die von Fleming kurz darauf entdeckte Diode, die in ihrer Fortentwicklung zur Triode durch Lee deForest dann die Elektronik als intelligenter Stromsteuerung begründete.

- elektrische Glühbirne / elektronische Photozelle; Edisons eben erfundene elektrische Glühbirne Bedingung für Filmprojektion, aber keine elektrische Nachrichtentechnik. Photozelle induziert den Übergang vom Stummfilm zum Tonfilm

- von Rieck beschriebener *Meßkineautograph*; dazu Friedrich von Zglinicki, *Der Weg des Films*. Textband, Hildesheim / New York (Olms) 1979, 171 ff

- Geschoßphotographie: "To film the bullet penetrating a soap bubble, <Lucien> Bull <1904> altered a cinema camera, constructing a stereoscopic slow-motion system that could take more than two thousand images per second. A roll of film fifty-four images in length was wrapped around the drum of the camera and exposed, during its rapid and continuous movement, by the illumination of an electric spark that flared intermittently for about 1/2.000.000 of a second" = Cartwright 1992: 146;

¹ F. Bonfante, in: *Le Génie moderne* Nr. 10 (Paris) v. 1. März 1896, zitiert u. übers. in: *Cinématographe Lumière 1895/1896*, hg. WDR Köln (Redaktion: Werner Dütsch) 1995, 33 u. 35

Film André Deutsch, *Film ist*; der elektrische Funke, selbst Bedingung für die Hervorbringung von Bilder ultraschneller Energie

Verdinglichte Elektronik (Fokus Vakuumröhre)

- Epoche technologischer Medien nicht schlicht die der Elektrizität (McLuhan), sondern der Elektronik, definiert durch die bewußte Steuerung des freien Elektronenflugs im luftleeren Raum. Verdinglicht ist diese Epoche im Artefakt der Elektronenröhre und ihren diversen Manifestationen, insofern sie einerseits in technischen Grundlagen präzise faßbar ist und andererseits Modellbildend für die Episteme der Elektronik selbst ist. Heinrich Barkhausens klassisches Lehrbuch schreibt das We(i)sen der Elektronenröhre einerseits in präzisen mathematischen Gleichungen an, andererseits in Begriffen, welche diese mithin zeitkritischen Ereignisse im Hochvakuum (deren Grenze einerseits in quantenmechanischen Vorgängen, andererseits in der klassischen Makrophysik liegen) als dramatischen Mikrokosmos, als Weltgeschehen nach eigenem Recht beschreibt, in der die Elektronen "hinüberfliegen" wie kleinste Individuen und deren Schwingungen in ihrer "Resonanz" eine mikrokosmische Sphärenmusik induzieren; in diesen Momenten läßt sich die medienepistemische Implikation fassen. Zufällig anhand der Glühlampe entdeckt ("Edison-Effekt"), wird die Elektronenröhre zunächst als Verstärkerelement in der Telephonie eingesetzt ("Lieben-Röhre"), dann mit Rückkopplung für Radiosendung und -empfang begabt ("Audion-Röhre"); andererseits ihr Einsatz als zeitkritisches Meßmedium in Form der Braunschen Röhre (Kathodenstrahlröhre, später Fernsehen); schließlich die Funktion der Elektronenröhren für ultrakurze Speicherprozesse in frühen Computern (die Schaltgeschwindigkeit der Elektrizität selbst). Von Albert Einstein bis über Norbert Wiener hat die Elektronenröhre auch hochtheoretische Reflexion erfahren, die es auf ihre medientheoretischen Punkte hin zu konkretisieren gilt.

- Thematisierung einer speziellen "Hypertelie" (Simondon) der Elektronenröhre, die Bildröhre, getragen von der Dramaturgie und Melancholie einer zuende gehenden Epoche: Das Massenmedium Fernsehen heißt nicht mehr "in die Röhre gucken", sondern Anverwandlung an die Plasmabildschirm-Ästhetik des Computers, einhergehend und gleichzeitig quer zur "Digitalisierung" der Bildröhre; Franz Pichler, 100 Jahre Braunsche Röhre. Ein Jubiläum für einen Interfacebaustein, in: PLUS LUCIS 2/97, 14-16

Die Elektrizität

- werden Bilder der Energie zu Strömen (*le courant*), von gr. *elektron* für Silberkupfer-Legierung

- Begriff Elektrizität bei Goethe bezogen auf natürliche oder experimentell (Elektriermaschine, Vorrichtung zur Erzeugung von Reibungselektrizität) herbeigeführte <Geisterbeschwörung> Phänomene: Wolkenmassen /

Gewitter, Blitz; Zitteraal („Elektrifizierfisch“); elektrisches Licht nachts beobachtbar am Himmel; metaphorisch: „Der Tag ist nichts weniger als elektrisch“ (an Charlotte vom Stein). „Für uns ist daher die Maschine <sc. Elektrifiziermaschine> nur da, um die Erscheinungen auffälliger zu machen“ <elektr. Tagebuch ?!>. „Alle unsere Erkenntnis ist symbolisch. Eins ist das Symbol vom andern: die magnetischen Erscheinungen Symbol der elektrischen, zugleich dasselbe und zugleich ein Symbol der andern.“²

- Myograph zur Aufzeichnung der durch elektrische Reize ausgelösten Bewegung eines Muskels, in: Marey 1868, aus: Giedion 1882: 37
Wilhelm Reich hat in seinen Versuchen zur Bionik eine spezielle Mikrofilmapparatur für die Aufzeichnung seiner Laborexperimente unter dem Mikroskop konstruiert, die etwa mit Hilfe eines rückgekoppelten Motors eine zweifache Raffung der Bewegung ermöglichte; so "gelang auch die Filmung von Gebilden, die nicht allzustark bewegt waren" <Reich 1995: 17>, etwa für einen Film des Präparats "Vorstufen des Lebens, dargestellt an quellender Erde". Die Veröffentlichung zeigt die "Schaltung des großen Zeitrafferapparates" <ebd., 23>, mithin also die Kybernetisierung der Archivierung von vitalen Prozessen; für elektrische Potentialmessungen Oszillograph verwendet - eine Fortschreibung von Jules-Étienne Mareys apparativer *methode graphique* zur Aufzeichnung von Lebensvorgängen

- hat der Elektro-Physiologe Duchenne de Boulogne in seiner 1862er Publikation *Mécanisme de la physiognomie humaine* das Phantasma des sich selbst aufzeichnenden Lebens beschrieben: "Die örtliche Elektrifizierung <...> erlaubt mir, die kleinsten Strahlungen der Muskeln unter dem Instrument sich abzeichnen (se dessiner) zu sehen. Die Kontraktion der Muskeln enthüllt ihre Richtung und Lage besser als es das Skalpell des Anatomen je könnte" = zitiert u. übers. in: Hans-Christian von Herrmann / Bernhard Siegert, Beseelte Statuen - zuckende Leichen. Medien der Verlebendigung vor und nach Guillaume Benjamin Duchenne, in: Kaleidoskopien. Jahrbuch des Instituts für Theaterwissenschaften der Universität Leipzig, Jg. 3: Körperinformationen, Institut für Buchkunst Leipzig 2000, 65-99 (92)

- ist das virtuelle Labor an die Stelle solcher Versuche am Lebendigen getreten; "da lässt sich ein Frosch namens Fluffy drehen und wenden und nach Belieben zerlegen". Statt des Elektrizität/Organ-Verbunds zuckt der v- oder *Compufrog* nun im reinen Raum der digitalen Kalkulation = Burkhard Strassmann, Frösche mit der Maus retten, in: Die Zeit Nr. 1 v. 28. Dezember 2000: 58, unter Bezug auf: www.george.lbl.gov/vfrog (Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California), und das Morphologieprogramm *Compufrog* (www.kmr.net/bluecross); läuft Sprache

² Goethe-Wörterbuch, hg. v. d. (vormal.) Akademie der Wissenschaften der DDR, d. AdWen in Göttingen u. d. Heidelberg AdWen, 3. Bd., 1. Lieferung, Stuttgart / Berlin / Köln (Kohlhammer) 1991, Eintrag „elektrisch“ und „Elektrizität“

der Elektrik nur noch scheinbar über Bild oder Schrift. „Gleichermaßen auf beide verzichtet die Informatik.“³

- Dubois-Raymond; „virtuelles Labor“ (Sven Dierig) aus MPI für Wissenschaftsgeschichte; das Medium der Darstellung - der elektr(on)ische Mouse-Klick - konvergiert hier mit dem Dargestellten, der Elektrizität: Operation des Realen

- macht Faraday magnetische Kraftlinien im Raum sichtbar: Eisenfeilicht auf glatter Unterlage „zeichnet sie ab“⁴; Art Direkt-Kopie der physischen Energie, Selbstzeichnung; Abb.: Kraftlinien eines Stabmagneten. Nach Faraday, in: Cohn 1932: 10

- schreibt Maxwell im Vorwort zu *Faradays Kraftlinien* (1855), daß an die Stelle von Anschauung mathematische Symbole treten, die Form der Gleichungen: "Als ich im Studium Faradays <sc. der Elektrizität> fortschritt, bemerkte ich, daß seine Methode, die Erscheinungen zu erfassen, auch eine mathematische war, wenn sie auch nicht die herkömmliche Form mathematischer Symbole aufwies" = zitiert nach Cohn 1932: 20

- Nie Gesehenes sehen: leichter, sich unsichtbare Engel vorzustellen als elektromagnetische Wellen zu beschreiben (Feynman)

Elektrizität zwischen Energie und Information

- "Elektrisches Licht ist reine Information. Es ist gewissermaßen ein Medium ohne Botschaft, wenn es nicht gerade dazu verwendet wird, einen Werbetext Buchstabe um Buchstabe auszustrahlen."⁵ Dazwischen steht die Verwendung von Licht/Photonen als Träger von Informationen, kodiert zu *bits*; Photon = ein Quant, als Träger eines qbit, kein klassisches Teilchen mehr, sondern vielmehr ein zeitweiliger Energiezustand. 1 qbit = *kohärente* Überlagerung von zwei Zuständen

- Elektrizität als Gegenstand medienwissenschaftlicher Analyse begrenzt / definiert durch Quantenphysik einerseits und reiner Energieanwendung andererseits, Kernbereich vielmehr: Elektronik, hier wird Elektrizitätsphysik Medienwissen(schaft)

- hat das besondere Wesen von Elektronen das klassische physikalische Verständnis von Medien als ponderabler Materie verunsichert. Einerseits

3 Gilles Deleuze / Félix Guattari, *Anti-Ödipus. Kapitalismus und Schizophrenie*, Frankfurt/M. (Suhrkamp), 6. Aufl. 1992, 310

4 Emil Cohn, *Faraday und Maxwell*, Berlin (VDI) 1932, 10

5 Marshall McLuhan, *Das Medium ist die Botschaft*, in: ders., *die magischen Kanäle*, Düsseldorf / Wien (Econ) 1994

besteht Strom „nach der Elektronentheorie“⁶ in vertrauter Weise aus quasi-mechanischen Bewegungen von Elektronen gleich Molekülen im Luftstrom. Doch „die Elektronen bestehen nur aus Elektrizität; 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.

- Elektronen geben freiwerdende Energie als Lichtquant ab. "Auf der Glühemission von Elektronen im Vakuum [sowie deren Beschleunigung und Ablenkung durch elektrische bzw. magnetische Felder], schließlich auf der Umwandlung ihrer Energie zu Licht in einem Phosphor beruht die Wirkungsweise der *Kathodenstrahlröhre*" = Bestenreiner 1988: 247

- Nahtstelle Elektrophysik / Elektronik als Gegenstand von Medienwissenschaft: Elektronenröhre

- Blitz-Ableitung von Elektrizität in originärem Verbund mit der Option ihrer Speicherung; Leydener Flasche speichert Elektrizität; Franklin nennt seinen Plattenkondensator aus Glasplatten „elektrische Batterie“. An die Stelle des elektrischen Blitzes tritt der künstlich induzierte Funke; definiert Heidegger den elektrischen Strom, der im „Erschließen, umformen, speichern, verteilen, umschalten“ seine Weisen des Entbergens erfährt <zitiert ebd.> und damit zum *Gestell* / Dispositiv der (kybernetisch definierten) Medien selbst gerinnt

- 1903 Kinematographie und Elektrizität noch unverbunden: filmt Edison den Elektroschock eines Elefanten unter dem Titel *Electrocuting an Elephant*. Ein Reporter der *New York World* berichtet: „The current was turned on <...> and quick as a flash the colossal form of the elephant stiffened forward“⁷; medienarchäologisch wird dieser Blick, wo Techniker, Instrument und Körper *elektronisch* miteinander verschaltet sind; der den Stromstoß auslösende Ingenieur wurde von der ausgelösten Strommenge selbst teilweise gelähmt; wird der Schaltkreis geschlossen, integriert

- elektrischer Kurzschluß von Erinnerung: Johann Jakob Bachofen, in *Gräbersymbolik*, zur Alternative zur philologischen, textvermittelten, buchstäblichen Annäherung an die Antike: zwei Wege zu jeder Erkenntnis, "der weitere, langsamere, mühsamere verständiger Kombination, und der kürzere, der mit der Kraft und Schnelligkeit der Elektrizität durchschritten wird, der Weg der Phantasie, welche von dem Anblick und der unmittelbaren Berührung der alten Reste angeregt, ohne Mittelglieder das Wahre wie mit einem Schlage erfasst" = zitiert hier nach: Aleida

6 Heinrich Barkhausen, *Elektronen-Röhren*, 1. Bd. (Elektronentheoretische Grundlagen, Verstärker), 3. Aufl. Leipzig (Hirzel) 1926, 5

7 Zitiert in: Lisa Cartwright, „Experiments of Destruction“: Cinematic Inscriptions of Physiology, in: *Representations* 40 (1992), 129-152 (148)

Assmann, Frauenbilder im Männergedächtnis, in: Strunk (Hg.) 1998: 24-65 (30)

- "Voltaische Säule war, neben Forschmuskeln und Ritters Körper, der wichtigste Teilnehmer in diesem Vorhaben. Von Alessandro Volta im Jahre 1800 erfunden, ermöglichte dieses Instrument - eine primitive Batterie -, alles erdenkliche lebende Material elektrischen Schocks auszusetzen. <...> Die Natur war nichts anderes als eine riesige lebende Batterie. <...> Die Ladungssäule, Ritters eigene Erfindung zur Speicherung von Elektrizität, konnte, so glaubte er, die gleichen subjektiven Phänomene erzeugen wie die Voltaische Säule"⁸, im Unterschied zum Uhrwerkmodell. Aus Sicht der „Energetiker“ des 19. Jahrhunderts Maschine und Organismus völlig analog = Katalog Essen 1999, 223

- informationstheoretische *signal-to-noise-ratio* auch im Reich elektronischer Bilder: Terminus *visibility factor* für die minimale Energie eines Impulses, der sich noch vom Rauschen des Geräts unterscheiden läßt, 1947 von Norten und Omberg eingeführt.⁹

- Fernsehwissenschaft immer auch Radarwissenschaft; wie Horst Bredekamp als Marinesoldat zur Kunstgeschichte kam: über die Vision einer Küstenlandschaft auf dem Radarbildschirm im Nebel. Kunstgeschichte damit um das Wissen technischer Bilder erweitert

- Röntgenstrahlen; *Transparentkopie* im Sinne der transparenten Röntgenbilder selbst der Hand von Frau Röntgen / mit Ring. Erst Sichtbarkeit, zufällige, macht Strahlen evident, hebt sie in den Zustand der (wahrnehmbaren) Existenz. Also eine Form von Bildern der Energie jenseits der Intention: "Man weiß lediglich, daß er <sc. der Physiker Wilhelm Conrad Röntgen> mit elektrischen Strömen in luftleeren Glasgefäßen experimentierte. Die im Glasgefäß erzeugten Elektronenströme beobachtete er mit einem Fluoreszenzschirm, der aufleuchtete, wenn er von einem Elektronenstrahl getroffen wurde <vgl. Bildschirm / Monitor>. Vermutlich bemerkte der Forscher am 8. November 1895 ein grünliches Leuchten an der Glasinnenwand und stellte fest, daß der Schirm auch außerhalb des Gefäßes, ja sogar in einiger Entfernung aufleuchtete. Da Elektronenstrahlung nur eine Reichweite von wenigen Zentimetern hat, mußte er eine neue Art von Strahlungen entdeckt haben. Schließlich stieß er auf deren bemerkenswerte Eigenschaft, das Innere von Objekten sichtbar werden zu lassen" = Informationszeitschrift der Ruhr-Universität Bochum RUBENS Juni 1999

8 Thomas Weber, Natur als lebende Batterie, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung v. 7. April 1999

9 Thomas Müller / Peter-Michael Spangenberg, Fern-Sehen - Radar - Krieg, in: Martin Stingelin / Wolfgang Scherer (Hg.), HardWar / SoftWar. Krieg und Medien 1914-1945, München (Fink) 1991, 275-302, Anm. 71

- wird ein US-Kampfflugzeug in der einseitig verhängten Flugerbotszone im Irak vom *Sehstrahl* des feindlichen Radars getroffen, gilt dieser technische Blick als Verletzung / Angriff

- Arago 1839 der Pariser Abgeordnetenversammlung die Daguerrotypie anempfiehlt, "Arago goes so far as to suggest that the photosensitive plate is, in fact, a virtual record of the forces that expose it, such as light rays or some other, unknown, force. <...> „<...> and the visibility of the air they will have to add another element, which these early instruments do not indicate.“ <...> the element imaged (light or any other form of energy) is also the direct source of the plate's exposure.¹⁰

- Wilhelm Reich hat in seinem Laboratorium in Oslo zur Messung der elektrischen Dauerladung der Oberfläche der erogenen Zonen des menschlichen Körpers "einen Spannungsmeßapparat konstruieren lassen, der im wesentlichen aus einer Elektronenröhre, die in einen Stromkreis eingeschaltet ist, und aus einem Oszillographen besteht. Bilder der (sexuellen) Energie: "Die durch den Lichtstrahl des Oszillographen auf einem Film erzeugten Spuren drücken direkt den Sinn und die Amplitude sowie die Oszillationen der Entsprechenden Gefühle aus."¹¹ Film ist hier Registrier-, nicht Darstellungsmedium der Archive des Lebens.

- "Bilderverbot der modernen Physik" und „Scheinbilder der Elektrizität"; Wolfgang Hagen, Funken und Scheinbilder. Skizzen zu einer Genealogie der Elektrizität, 69-117 (86ff); vgl.:

- kurzer Film, den die Brüder Skladanowsky 1985 erstmals als kinematographisches Ereignis auf eine Wand im Berliner Varieté Wintergarten projizierten, schien ihnen noch – ganz in der Tradition der Experimente medialer Aufzeichnung physiologischer Bewegungen – „genau das Leben in voller Natürlichkeit vermittelt der Elektrizität wiederzugeben" = zitiert von Alexander Kissler, Phantom der Seifenoper, über eine Tagung im Haus des Dokumentarfilms in Stuttgart, in: FAZ v. 23. März 1999

- Da der elektrische Strom vom Menschen direkt nicht wahrgenommen werden kann, waren in der Geschichte der Elektrotechnik alle Überlegungen zur meßtechnischen Erfassung elektrischer Größen und Erscheinungen darauf gerichtet, Wirkungen des elektrischen Stroms

10 Lisa Cartwright, „Experiments of Destruction“: Cinematic Inscriptions of Physiology, in: Representations 40 (1992), 129-152 (143), unter Bezug auf: Dominique François Arago, Report (1839), in: Classic Essays on Photography, hg. v. Alan Trachtenberg, New Haven 1980, 23

11 Mitteilung am 7. März 1937 von Prof. Roger du Teil in der Naturphilosophischen Gesellschaft in Nizza über die Arbeiten des Herrn Dr. Reich (Oslo), wiedergegeben in: Die Bionenexperimente. Zur Entstehung des Lebens, Frankfurt/M. (Zweitausendeins) 1995, 100ff (100f), basierend auf: ders., Die Bione. Zur Entstehung des vegetativen Lebens, Oslo (Sexpol) 1938

sichtbar zu machen und zu quantifizieren, d. h. eine möglichst eindeutige Zuordnung der *Ursache* (\wedge = elektrische Größe oder Erscheinung) und *Wirkung* (\wedge = Anzeige und Skalierung) zu finden.¹²

- Tendenz zur Visualisierung statt sprachlicher Beschreibung; basiert naturwissenschaftliche "Beobachtung" allerdings nicht vornehmlich auf *visus* / Gesichtssinn, sondern numerischer Messung

- Leonardo da Vinci: "Oh Schriftsteller, mit welchen Worten wirst du wohl das gesamte Gebilde hier ebenso vollkommen beschreiben, wie es die Zeichnung tut? [...] du sollst dich nur mit den Worten einlassen, um mit den Blinden zu sprechen" = zitiert nach: André Chastel (Hg.), Leonardo da Vinci. Sämtliche Gemälde und die Schriften zur Malerei, München (Schirmer u. Mosel) 1990

- Latenz / *schlafende Energie*

- Austauschbarkeit optischer und akustischer Information; Elektroschocks

- Direktanschluß der Wahrnehmung an die elektronischen Vorgänge *qua* minimaler Elektrochocks; frühe Versuche zur physiologischen Messung von Zuschauer-Reaktionen auf Filme im Kino (*suspense*-Momente) - die Kehrseite des physiologischen Einsatzes von Film selbst als Meßinstrument

- *monitoring* eines Kraftwerks heißt Schaltung: Die Elt-Anlagen <sc. elektrotechnische Anlagen> waren <...> sehr übersichtlich angeordnet, gut überschaubar <panoptisch; vgl. Bentham> und damit auch übersichtlich im Herzen des Kraftwerkes, der Schaltzentrale (Schaltwarte) als Abbild darstellbar" = Klaus Bebbler, Kraftwerk zum Erleben. Wissenswertes und Kurioses. Eine Reise durch das Kraftwerk <sc. Vockerode> an der Elbe, 38

- vereinfachte Darstellung der Schaltzustände im Kraftwerk durch sogenannte Blindschaltbilder = Klaus Bebbler, Kraftwerk zum Erleben. Wissenswertes und Kurioses. Eine Reise durch das Kraftwerk <sc. Vockerode> an der Elbe, 44; ließ den Schaltzustand der in - und außer - Betrieb-, sowie der sich in Reparatur befindlichen Maschinen, Freileitungen und Eigenbedarfsanlagen erkennen: Kontrolle, Überwachung, Betriebsaufschreibungen; Durchführung von Schalthandlungen an den Generatoren (Synchronisieren), Freileitungen und Eigenbedarfsanlagen; Zählerablesungen

- Abbild der Energie: Kopplung von Energie und Schaltung und Leitung (Intranet des Kraftwerks, Internet der Stromversorgung, die heute - tatsächlich - nicht mehr nur zur Energie, sondern auch Informationsversorgung genutzt; beides läuft über *Strom*

12 Werner Richter, Grundlagen der elektrischen Meßtechnik, 2. bearbeit. Aufl. Berlin (VEB Verlag Technik) 1988, 19

- "Elektromechanische, später elektronische 'Gehirne' dachten mit, heutzutage computertechnische Überwachung am Bildschirm und Steuerung mit der 'Maus'. Alles funktionierte entsprechend dem Stand der Technik" = Klaus Bebbler, Kraftwerk zum Erleben. Wissenswertes und Kurioses. Eine Reise durch das Kraftwerk <sc. Vockerode> an der Elbe, 44

- "Die Elektronik hielt Einzug, damit die verstärkte Automatisierung <...>. Ein gutes Gemisch aus älteren, erfahrenen „Starkstromern“ und jungen schlaun Elektronikern im „fahrenden Betrieb“ und im Reparaturbereich entsprach diesen Anforderungen" = Klaus Bebbler, Kraftwerk zum Erleben. Wissenswertes und Kurioses. Eine Reise durch das Kraftwerk <sc. Vockerode> an der Elbe, 45

- Meß-, nicht *Bild*wiedergabeinstrument; die von Ferdinand Braun im Zuge der 1896 entdeckten Röntgen-Strahlen entwickelte Kathodenstrahlröhre „hatte einzig den Zweck, ein schnell reagierendes Anzeige- und Beobachtungsinstrument für Schwingungsvorgänge zu sein, um die Kurvenform von Wechselströmen aufzeichnen zu können.“¹³

- Telegraphie / Nervensystem: Kapitel VIII „Der elektromagnetische Telegraph“ in of Ernst Kapp´s *Grundlinien einer Philosophie der Technik. Zur Entstehungsgeschichte der Cultur aus neuen Gesichtspunkten*, Braunschweig 1877, 139-154: "Parallelisierung von Telegraphensystem und Nervensystem seitens der Wissenschaft. Die Nerven sind Kabeleinrichtungen" = Inhaltsverzeichnis, xi; Schrebers Schreibvisionen als Kabelanschluß seiner Psyche

Energiespeicher (Akkus, Batterien)

- verbrauchen Primärbatterien zu ihrer Herstellung 40- bis 500mal mehr Energie als sie bei der Nutzung zur Verfügung stellen. Wird Erstaufladung eines Nickel-Cadmium-Akkus auf einem Pegel abgebrochen, bevor sie einen optimalen Entladezustand erreicht haben, wirkt der sog. Memory-Effekt: Akku *merkt* sich diesen Ladepegel und kann dann durch Wiederaufladen niemals wieder seine volle Kapazität erreichen. „Auch durch Tiefentladung werden Akkus dauerhaft ruiniert" = Paraphe *alo*, Welcher Energielieferant für welchen Zweck?, in: MM <Mieter-Mitteilungen Berlin> 10/98, 7

- 2012 bietet VARTA für sonnenenergetisch stromversorgte Haushalte Pufferspeicher als Lithium-Ionen-Batterie (in auswechselbaren Modulen) an, welche eine Verzeitlichung des Stroms erlaubt (kombiniert mit "intelligenten" Strommeßgeräten für Nutzung günstiger Strompreismomente sowie intelligenter Schalter / *smart grids*); Ausgleich

13 Heide Riedel, Fernsehen - Von der Vision zum Programm. 50 Jahre Programmdienst in Deutschland, hg. v. Deutsches Rundfunk-Museum e. V. Berlin 1985, 59

zwischen Überangebot und Mangel an natürlichem Strom pro Tag/Jahreszeit finden

- kommt das Gedächtnis ins Spiel, wo Materie an Messung gekoppelt wird; Messungen keine harmlosen Eingriffe; weist ein System, in welchem Messungen vorkommen, "eine Art Erinnerungsvermögen auf, in dem Sinne, daß man an dem Zustandsparameter y erkennen kann, was für einen Wert ein anderer Zustandsparameter x zu einem früheren Zeitpunkt gehabt hat."¹⁴

- Joseph Beuys' *Capri-Batterie*; Glühbirne das selbstverständlichste „Bild“ der Energie, ihre Sichtbarmachung als Funktion, nicht Allegorie. „Die größtmögliche Geschwindigkeit, mit der Signale übertragen werden können, <ist> die Lichtgeschwindigkeit“ = Fichtner 1977: 107; die „nicht überschreitbare obere Grenze“ für die „Fortpflanzung von Energie“; „die größte mögliche `Signalgeschwindigkeit´. Denn ein Signal, eine `Nachricht´, kann natürlich nur durch Übertragung von Energie (eines bewegten Körpers oder irgend einer Strahlung) von einem Ort nach einem anderen gelangen.“¹⁵ Einsteins spezielle Relativitätstheorie besagt $E = mc$, also:

„Schlafende“ Energie(reserven): speichertechnisch

- technische Speicher; die Lochkarte; mit der Hollerith-Maschine Speicher nicht mehr Funktion von Energie, sondern von Information

- "Der Begriff des Speichers, technisch genommen, umfaßte bisher Vorrichtungen, denen Energie in irgendeiner Form zugeführt wurde, und aus denen diese Energie im Augenblick des Gebrauchs wieder abgeleitet wurde <Problem der ersten Magnetspeicher: bei Abruf wurde Gedächtnis *bit* gelöscht>. In letzter Zeit hat man aber den Begriff des Speichers erweitert und wendet ihn auch für Apparaturen an, die nicht `Energien´, sondern `Vorgänge´ allgemein technischer Art sammeln und festhalten können, um sie im gegebenen Moment wieder zu reproduzieren. Es handelt sich hierbei zwar auch um Energien, aber sie sind so klein, daß ihr Speicher als Kraftquelle nicht mehr in Frage kommt. Der Begriff der gesammelten Energie tritt in den Hintergrund, der eines fixierbaren und reproduktionsfähigen Vorganges in den Vordergrund <Kybernetik, Organisationswissenschaft statt Energie / Mechanik>. Und Speicher in diesem Sinne sind nun tatsächlich die Schallplatte, der Tonfilmstreifen, ferner noch der magnetisierte Draht bei einem neuen Tonaufzeichnungsverfahren <BASF / Tonband?> und die Notenrolle des mechanischen Klaviers <vgl. Webstuhl Jaquart>. <...> In der Notenrolle haben wir bereits als Element der Speicherung die Lochung eines

14 L. Szilard, Über die Entropieverminderung in einem thermodynamischen System bei Eingriffen intelligenter Wesen, in: Zeitschrift für Physik (1929), 840-856 (842)

15 Wilhelm H. Westphal, Die Relativitätstheorie, Stuttgart (Kosmos) 1955, 31

Papierstreifens. Dasselbe gilt für die Speicherung von Morsezeichen in Lochstreifen bei der Maschinentelegraphie" = Festschrift zur 25-Jahrfeier der Deutschen Hollerith Maschinen Gesellschaft, Berlin 1935, Kapitel „Die Lochkarte als Träger des Hollerith-Verfahrens“, 83 ff. (84)

Licht, Lichttürme, Leipziger Lichtwochen, Palais d'Électricité Paris 1900

- Schivelbusch am Beispiel der "Lichttürme" in Großstädten des 19. Jahrhunderts: infrastrukturelle Agenturen, deren Selbstsymbolisierung über ihre reale Funktionalität hinausweist. "Wenn die Möglichkeiten, die eine neue Technik offeriert, bis zur letzten Konsequenz verfolgt werden, entsteht oft etwas, das wir als *technischen Monumentalismus* bezeichnen wollen, im Unterschied zur *praktischen* Anwendung einer Technik. [...] (Die Grenzen zur Kunst verwischen sich dabei, wie der Eiffelturm zeigt.)"¹⁶ Demgegenüber machen Lichttürme in den Vereinigten Staaten "nicht den geringsten ästhetischen Anspruch. Es sind häßliche Gebilde aus Eisen, deren einziger Grundsatz darin besteht, nützlich zu sein" = The Electrical Engineer (London), Februar 1885, 129, nach Schivelbusch, 124

- Konkurrenz zum schließlich realisierten Eiffel-Turm im Wettbewerb um ein monumentales Wahrzeichen der Pariser Weltausstellung im Jahre 1889 Entwurf eines Tour Soleil, Lichtturm des Elektroingenieurs Sébillot. "Der Sockel, der mit seiner Höhe von 66 Metern allein schon einen Monumentalbau darstellte, sollte ein Museum der Elektrizität aufnehmen, die Spitze eine Aussichtsplattform [...]. Dazwischen, im Schaft der Säule, lagen die Aufzüge sowie ein absolut leerer Zylinder [...] für alle denkbaren wissenschaftlichen Experimente, wie freier Fall von Körpern, Kompression von Gas und Dampf, Foucault-Pendel usw."¹⁷

- vom Trauma der 1848er Revolution (Bedrohung von Gaswerken) geprägte Furcht, "daß der Sonnenturm einmal zum Angriffsziel von Rebellen werden könnte, die sich seiner anstatt des Rathauses bemächtigen würden. Für diesen Fall wäre eine Festung notwendig, um den Turm zu verteidigen" = ebd., 639, zitiert nach Schivelbusch, 128; schlägt der Diskurs von *ingénieurs civils* in einen paramilitärischen um. Die Verkehrbarkeit infrastruktureller Agenturen in solche des Kriegs ist - unbewußt oder geplant - immer schon angelegt.

16 Wolfgang Schivelbusch, Lichtblicke. Zur Geschichte der künstlichen Helligkeit im 19. Jahrhundert, Frankfurt/M. (Fischer) 1983, 124; vgl. ders., Licht, Schein und Wahn. Auftritte der elektrischen Beleuchtung im 20. Jahrhundert, Berlin 1992

17 Schivelbusch, 124, unter Verwendung der Mémoires et compte rend des travaux, Jahr 1885, der Société des ingénieurs civils de France, Bd. 1, 71

- Pariser Weltausstellung wartet 1900 mit dem *Palais d'Électricité* auf. Die Dynamos und Dampfmaschinen zur Stromerzeugung stehen hier in einer Weise, welche die Maschinität als Dispositiv von Stromerzeugung nicht mehr ausstellt, sondern ästhetisch (ver-)birgt; erst so wird Infrastruktur selbst denkmalfähig: „keine Spur mehr von den Transmissionsriemen, die noch in der Ausstellung von 1889 jede einzelne Arbeitsmaschine mit einer eigenen Dampfmaschine verbunden hatten“.¹⁸ Der anwesende Designer und Architekt Henry van de Velde schwärmt angesichts solcher Geräuschlosigkeit von den Dynamos als „Verkörperung moderner Schönheit“ <zitiert ebd.> - ein Unsichtbarwerden des Apparats (Dissimulation der IS), auf dem auch der Bildeffekt des aufkommenden, ebendort ausgestellt und zur Vorführung kommenden Kinos beruht.

- 27. Oktober bis 1. November 1928 veranstaltete Leipziger Verkehrs-Verein die "Leipziger Woche", zu der die städtischen Technische Werke (nach einem Vorbild der Messe-Schwesterstadt Frankfurt/M.) das "Lichtfest" inszenierten, die Bestrahlung repräsentativer Gebäude und Plätze. Am 19. September 1701 bereits hatte der sächsische Landesvater August der Starke verfügt, daß auch Leipzig, "wie in anderen ansehnlichen Städten, zur Verhütung allerhand nächtlicher inconvenientien [sic] und zu mehr Zierat [ÖL-]Laternen gesetzt und bei Nachtzeit angezündet würden."¹⁹

- 1838 geht in Leipzig die Gasbeleuchtungsanstalt in Betrieb; 1895 das erste Leipziger Elektrizitätswerk. Mit dem Leipziger Gasometer kommt "eines der mächtigsten Industriesymbole im 19. Jahrhunderts" (Schivelbusch) ins Spiel; diesen Bau nicht symbolisch, sondern in seiner *facies technica* konfrontieren, als reale Speicheragentur der Gasanstalt jenseits seiner Wahrnehmung im Rahmen von kulturellem Gedächtnis

Von der gespeicherten Energie zur Information

- "Geschichte insgesamt [...] die Wissenschaft von allem, was in der Zeit abläuft, von den wechselnden Zuständen einer elektrischen Entladung, die in einer Tausendstelsekunde abläuft, bis zu den Jahrmillionen erfordernden Wandlungen der himmlischen Sternsysteme" = Nachlaß WILHELM OSTWALD. Wilhelm-Ostwald-Archiv, Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Berlin, Nr. 4964 „Bücherkataloge und die Pyramide der Wissenschaften“, Bl. 109

- leichter, so der Physiker Feynman, sich unsichtbare Engel vorzustellen als elektromagnetische Wellen zu beschreiben

18 Iris Kronauer, Es werde Licht!, in: Die Zeit v. 25. Mai 2000, 76

19 Zitiert nach Heidi Mühlenberg, "Hundertfünfzigjährig und wieder ganz am Anfang: Die Stadtwerke", in: Leipziger Blätter 22, Frühjahr 1992, 94-99

- Knowbotic Research, *Dialogue with the Knowbotic South Antarctic*: Naturdaten und -messung und -nachrichten (etwa Ozon-Alarm) selbst schon zweite Natur geworden, ein anderes *mapping*
- Weltausstellung Paris 1900 widmet ein Pavillon der (Elektro-)Energie, der Verkabelung etc.
- Lädt man Nickel-Cadmium-Akkus auf, bevor sie einen optimalen Entladezustand erreicht haben, wirkt der sog. Memory-Effekt: Akku merkt sich diesen Ladepegel und kann dann durch Wiederaufladen niemals wieder seine volle Kapazität erreichen; "durch Tiefentladung werden Akkus dauerhaft ruiniert" = Paraphrase, Welcher Energielieferant für welchen Zweck?, in: Mieter-Mitteilungen Berlin 10/98, 7
- nicht länger Energie- und Informationsübertragung getrennt in Leitungen für Starkstrom und Telefonnetze. Energiekonzerne schließen mit Internet-Anbietern Strom- und Datenleitung kurz; Energie und Information fließen ineins; Begriff der „schlafenden Energien“ (aus TV SF-Serie *Raumpatrouille*)
- Gespeicherte Energie (Daten) als solche hat kein Wissen
- Abfall macht aus der Perspektive der Chaos-Theorie neuen Sinn. Als zweiter Satz der Thermodynamik hat der Begriff der Entropie Eingang in die Physik, als Titel einer Novelle Thomas Pynchons Eingang in die postmoderne Literatur gefunden - sie kreist um die Des/Information, die sich aus dem Mülls von New York ablesen läßt
- betriebswirtschaftlicher Begriff der „chaotischen Lagerhaltung“: „Die Waren werden nicht mehr nach Warengruppen sortiert, sondern wandern dahin, wo gerade ein Lagerplatz frei ist. Sie sind also unsortiert oder folgen dynamischen Suchkriterien wie der Zugriffszeit. Das entspricht dem Vorbild eines RAM-Speichers <...>: fest Speicheradresse, variabler Speicherinhalt. Die traditionellen Lager waren Festwertspeicher.“²⁰
- Norbert Fichtner, Informationsspeicherung. Technik, Theorie, Weltanschauung, Berlin (Akademie) 1977

Informatisierung des Stromnetzes

- Ludger Hofstadt, Informatiker, Architekt und Professor für CAAD am Institut für Technologie in der Architektur an der ETH Zürich, arbeitet gemeinsam mit Medienwissenschaftlerin Vera Bühlmann an Modell für ein Internet der Energie, d. h. die Konvergenz von Information- und

²⁰ Bernhard Vief, Digitales Geld, in: Florian Rötzer (Hg.), Digitaler Schein. Ästhetik der elektronischen Medien, _Frankfurt7M. (Suhrkamp) 1991, 117-146 (143, Anm. 11)

Energietechnologie. In intelligenten Stromnetzen wird Strom (seiner begrifflichen Metaphorik zum Trotz) nicht mehr als stetig verhandelt, sondern *bit*-weise quantisiert. "Digitalstrom" (Hofstadt) erlaubt so - analog zum Konzept des "Internet der Dinge" - eine radikale Individualisierung und Lokalisierung. Im Stromnetz als *smart grid* aus Sensoren und Aktuatoren wird Strom zu einem Konsumprodukt, erwerbbar in unmittelbarer Reaktion auf Lastspitzen. Im Energiebereich bricht sich damit Bahn, was im Internet als Web.2-Ökonomie vertraut ist: *user-generated*; mikroprozessorbasierten, intelligenten Schaltstellen des Stromnetzes korrespondieren mit einer dritten Epoche der Drucktechnologie (nach Buchdruck und gedruckter Platine): den Solarzellenfolien, also Membrane, die im Sinne gedruckter Halbleiter physikalische Effekte zu zeitigen vermögen - "symbolische Physik" (Hofstadt)

Elektronik bricht mit Elektrik

- sinnesphysiologische Kategorisierung technischer Medien für Photographie und Phonographie noch plausibel; unterläuft indes Elektronik diese Ausdifferenzierung, da sie - zumindest im innertechnischen Feld - auditive, optische und andere Signale gleichermaßen in elektrische Spannungen wandelt und leitet; später dann Digitalisierung zumal

- Schaltstelle zwischen Elektrizität und Medientechnik; als Samuel Thomas Sömmering im Jahr 1809 die Drähte seines galvanischen Telegraphen mit Nervenfasern vergleicht, keine flache Metaphorik, sondern kybernetische Einsicht in die Gleichursprünglichkeit von Signalverarbeitung in Menschen und Maschinen - zumindest prinzipiell / *en arché*

- Szene des nekrophilen Kusses des abgeschlagenen Kopfes von Johanaan durch Salome (gleichnamige Oper Richard Strauss); elektro-physiologischen Versuche 1800 / 1900 (Froschschenkel-Galvanismus-Tradition); um Schnelligkeit von Strom zu messen, läßt 1746 Abbé Nollet eine Vielzahl von Mönchen einen Kreis bilden, jeder mit Draht in der Hand als Verbindung; dadurch Stromstoß; alle Angeschlossenen zucken gleichzeitig = Elmar Schenkel, Liebe und Tod im viktorianischen Internet [über Wechselbeziehungen zwischen Literatur und Telegrafie], in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 109, 11. Mai 2000, 56; wird Kommunikation unter Anwesenden durch Medientechnik synchronisiert

- nicht schon mit der Entdeckung des elektrischen Stroms = Paul Valéry, Das Problem einer Ausstellung [*1937], in: ders., Werke. Frankfurter Ausgabe in 7 Bänden, hg. v. Jürgen Schmidt-Radefeldt, hier: Bd. 7 (Zur Zeitgeschichte und Politik), 480-487 (482), erst seiner Eskalation als Elektronik eine neue epistemologische Epoche angebrochen

Blitzschlag: Mesallianzen von Elektrizität und Elektronik

- tödliche Versuche zur Blitz-Ableitung für Elektrizitätsgewinnung; Shelleys

Frankenstein; mit der Erfindung der 'Leidener Flaschen' Mitte des 18. Jahrhunderts möglich, elektrische Ladung zu sammeln und so die elektrischen Effekte zu verstärken

- Kittlers *online*-Sendung seines Textes zum Blitz, dessen Thema mit der Elektronik seiner Übertragung selbst identisch ist, also "transitiv". Bachofen in Rom meint in einem sonischen Bild (zitiert vom amerikanischen Historiker Lionel Gossman), dass ein gegenwärtiges Verstehen gestimmt sein muß (in Resonanz) mit den Kommunikationswellen einer aufgespeicherten / versteinerten Vergangenheit: "There is something about the walls of Rome that moves the inmost depths of man. When a metal plate is struck, the iron resounds and the echoing is stopped only by laying one's finger on it. In the same way, Rome moves the spirit that is in communication with antiquity ... all that was slumbering within him."

- Kurzwellenradio und *spherics*. (Nur) Unter Strom entsteht eine Welt nach eigenem Recht. Eintritt in diese Welt ist die Spannung (V); ihre Infrastruktur ist die Logik (Schaltungen). Im Unterschied zur Natur ist sie zwar ebenso aus purer Physik erschaffen, aber funktional von dort aus gebaut - eine Um/kehrung der "Natur". Hier liegt der Unterschied zwischen einem Blitz als Resultat von Wetter und Gewitter einerseits, und dem Blitz als HF-Ereignis (Popov, drahtloser Funk/en-Empfang)

Diagrammatik der elektrischen Funkenschrift

- nicht mehr kultur-, sondern hochtechnische Eskalationen von Elektrizität, systematische Weiterentwicklung des von Galvani bei der Zubereitung von Froschschenkeln bemerkten Funkeneffekts zur Entdeckung des elektromagnetischen Zusammenhangs durch 1820 Ørsted, Faraday, Maxwell und operativ schließlich Hertz

- altgriechische Neugierde bleibt dabei stehen, das Funkenschlagen am Elektron zu registrieren: Bei Thales von Milet findet sich der Ansatz eines genuin naturwissenschaftlichen Denkens; dazu E. J. Dijksterhuis, *Die Mechanisierung des Weltbildes*, Berlin / Göttingen / Heidelberg (Springer) 1956; doch schlägt - um hier im Bild zu bleiben - kein epistemologischer Funke über, während Galvani dadurch buchstäblich elektrisiert wird. Die Antike experimentiert kaum; denkt in diesem Zusammenhang Elektrizität unelektrisch

- Glühbirne als Bild der Energie und zugleich reine Funktion; "Scheinbilder" (Hertz); Wellen und Funken; Grenzen der Darstellbarkeit

- Feddersens Funken-, Ernst Mach Geschoßphotographie; Crantz; "Aufmaß des Reellen" (Wolfgang Hagen)

- Carl Ramsauer, *Grundversuche der Physik in historischer Darstellung*, 1. Bd.: Von den Fallgesetzen bis zu den elektrischen Wellen, Berlin / Göttingen / Heidelberg (Springer) 1953, 163: Feddersen weist seit Diss.

1857 als "das Charakteristische der Funkenentladung gerade die zeitliche Veränderung der Funkenestrecke" nach, vermittelt eines rotierenden Hohlspiegels, der "reelle Bilder" des oszillierenden Funkens auf eine photographische Platte wirft (medienarchäographisch, insofern der Funke hier selbst das Bild schreibt)

- Ramsauer 1953, 170: Heinrich Hertz entdeckt und erprobt die Zeitdifferenz in der elektrischen Funkenschwingung; sukzessive aktiv medien-theoretische Anpassung seines Experimentalgestells an die emergierende Evidenz. Zur Eskalation Ramsauer 175: Entdeckung der "wellenförmige<n> Ausbreitung der Induktion durch den Laufraum" (Hertz); Wellenlänge Kehrwert der Frequenz

- Hertzsche Anordnung deshalb ein *Grundversuch* (Ramsauer), weil diagrammatisch nachvollziehbar: a) operativ (*re-enactment*), und b) verbalsprachlich. Im Unterschied zum klassisch-archäologischen Artefakt ist eine solche Versuchsanordnung *archéologisch*; das eigentliche (Erkenntnis-)Objekt gibt sich erst im Vollzug zu erkennen.

- Als fortwährende Medienbotschaft bleibt das Apriori hochtechnischer Analog- wie Digitalmedien: der Wechselstrom.

- sowohl technische wie epistemologische Bedingung der von McLuhan analysierten elektronischen Massenmedien Radio und Fernsehens in der populär(wissenschaftlich)en Sensibilisierung für Phänomene des Elektromagnetismus / Funken, wie sie um 1800 bereitet wurde; Übergang in die Epoche opto-elektronischer Medien bedurfte der Erfindungen im Bereich der angewandten Elektrizität und der allmählichen "Etablierung einer Elektrosphäre für Fernkommunikation", namentlich Telegraph, Telegramm, Telephon²¹

Beispiel elektrischer Schwingungskreis

- verblüfft die Analogie zwischen mechanischer und elektrischer Schwingung (Pendel / Schwingungskreis), sondern auch deren Mathematisierbarkeit; Robert Dennhardt, Die Flipflop-Legende, 2009, Kapitel 1.4 "Pendelanalogien. Ungleiche Apparate und selbe Funktion"

- kann kleinster denkbarer Informationsspeicher, ein *bit*, als Speicherzelle durch eine einfache Flipflop-Schaltung (die Kopplung zweier Inverter, zunächst historisch auf Röhrenbasis mit Trioden bei Eccles/Jordan 1919) realisiert werden: eine monostabile Kippschaltung. Schwingungserzeugend (oder als Kehrwert definiert: "zählend") kann eine solche Schaltung erst dann zum astabilen Multivibrator werden, wenn zusätzlich ein Kondensator ins Spiel kommt, der mit seiner definierbaren Auf- und Entladezeit Verzögerung kalkuliert mit ins Spiel bringt. In den üblichen

21 Einleitung zu: Wulf R. Halbach / Manfred Faßler (Hg.), Geschichte der Medien, München (Fink) 1998, 17-54 (38)

Experimentieranordnungen²² soll eine LED im Takt leuchten - was durch das Auf- und Entladen des Elkos in Kopplung mit Widerständen und den beiden Invertern geschieht; vom elektrischen Schwingkreis vertraut - allerdings um Logik (Gatterschaltung) ergänzt; heißt das Ergebnis von Zeitprozeß (Schwingung) plus *Logik* (Gatter) Takt/ung und das Digitale als operativer Prozeß; Hin- und Herkippen der Schaltung nicht mehr wie im Schwingkreis stetig ("analog"), sondern diskret ("digital")

Schaltvorgänge

- Schaltpläne an Schnittstelle von Graphentheorie und realer Physik
- "mit eigenen Experimenten und Versuchen elektronische Schaltungen nicht nur theoretisch auf dem Papier, sondern praktisch kennenzulernen, sie schöpferisch zu erleben"²³; vermag logische Imagination (die Papiermaschine / *computing* als reines Denken / *diagrammatic reasoning*) auch dynamische, (hoch-)frequente Vorgänge in ihren Effekten und Konsequenzen mit abzusehen? mit rein symbolischen Mitteln (Buchstaben, Ziffern, Schaltdiagramme) Simulation des technologischen Vollzugs nicht denkbar; vermag kein Radio als Schaltplan bereits zu erklingen
- Spannung und Strom Zeitsignale (zeitabhängige Größen); werden zeitdiskret durch Schalter; grundlegendes An / Aus (Netzanschluß) sowie zeichenentscheidende Tastatur (nutzergesteuerte diskrete Interfaces); intern / invers im Computer elektronisch gesteuerten Schalter / hochfrequente Schaltvorgänge

Laden, speichern (Kondensatoren)

- einfachste dynamischen Bauelemente Kondensatoren und Spulen; Kondensatoren recht eigentlich Verzögerungsspeicher; Speicherwert ein Verlangsamen / Sistieren eines Stromflusses; interne Versorgungsleitungen und Energiespeicher versorgen System eine Zeitlang
- (ent)lädt sich Kondensator als Integral bzw. Differential über die Zeit; $C = I \times t$; Bauelement, das elektrische Ladungen speichern kann; Ladungsspeicherung bewirkt Energiespeicherung; elektrische Energie wird im elektrischen Feld, das sich im Dielektrikum ausbildet, gespeichert = Werner Ausborn, Elektronik-Bauelemente, 6. Aufl. Berlin (VEB Technik) 1979 [*1973], Kap. 5, 86; Spezialfall des Differentialkondensators, vertraut von Senderwahl analoger Radios; Prinzip Analogrechner, der mit Potentiometern arbeitet, um mit Stromspannungen Mathematik zu modellieren, im Unterschied zum Digitalrechner, der Differentiale nicht

22 Etwa Anleitungsbuch zum Busch-Experimentiersystem 2188 *Computer-Technik*, Viernheim 1988, 23f

23 Anleitungsbuch zum Transistor-Baukasten Elektronik 1 (VEB Polytronic Wissenschaftlich-technische Experimentiersysteme, Saalfeld/Saale) o. J.; Entwicklung: Peter Grube; Gesamtedaktion: Claus G. Scheidig, 3 ("Ein Wort zuvor")

elektrophysikalisch vollzieht, sondern sie rechnerisch modelliert; fachterminologisch Differentialkondensator Spezifizierung der Verstellbaren Kondensatoren; durch Verändern der wirksamen Fläche der Beläge eine Kapazitätsänderung erreicht. "Durch eine entsprechende Abhängigkeit der wirksamen Belagsfläche vom Drehwinkel lassen sich unterschiedliche Regelkurven erreichen. In der Praxis haben sich die kapazitätsgerade und die logarithmische Ausführung durchgesetzt" = Ausborn 1979: 107, bestehend aus zwei Plattenpaketen, "von denen eines fest (Stator) und eines beweglich (Rotor) angeordnet ist" = Ausborn 108, mithin Dispositiv, diesmal ein dynamisches, verzeitlichtes Dispositiv; Prinzip der drahtlosen Übertragung auf kleinstem Raum, die Fast-Berührung: "Beim Drehen kämmen die beiden Plattenpakete ineinander, ohne daß sich die Platten berühren. Das Dielektrikum ist fast immer Luft" = ebd.; Zuspitzung auf den Differential-Drehkondensator hin: zwei Statoren und ein Rotor derart angeordnet, "daß sich der Rotor bei Betätigung aus dem eigenen Stator heraus- und in den anderen hineindreht" = ebd., 109; Abb. 5.24; "Synthesizer-Prinzip" im Westley-Barlow KW-Empfänger

- läßt sich die Abhängigkeit der Kapazität vom Drehwinkel in symbolischer Form von Koordinatensystemen (Diagrammen) darstellen, linear wie logarithmisch = ebd., Bilder 5.25 u. 5.26; erinnern an optische Ausgaben von "Rechnungen" mit Analogcomputer durch Oszilloskop: gedämpfte Schwingungen etwa; Differentialkondensator, scharf formuliert, *ist* selbst schon ein Analogcomputer, wie er zugleich mit seinen Operationen Objekt der Berechnung eines expliziten Analogcomputers sein mag

- laden, speichern - kleinste, nur noch mit Differentialrechnung zu bewältigende und dennoch völlig unmatheamtisch makroskopisch zu beobachtende Prozesse (zeitkritisch, insofern sie eingesetzt werden für digitale Schaltungen, entscheidet ein Zeitmoment über Zustand 0/1, das Digitale damit zeitkritisch an sich)

- Zeitkonstante T gleich RC , welche die Geschwindigkeit des Aufladevorgangs beschreibt; T proportional zu C und R ; asymptotische Näherung des Speichers an Nullspannung, welche Kondensator *idealiter* nach unendlich langer Zeit erreicht. "In der Praxis wird der Aufladevorgang immer irgendwann abgebrochen." = Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Institut für Feldtheorie und Höchsthfrequenztechnik, Skript "Elektrotechnik", R. Vahldieck / Ch. Hafner

Verstärker

- Signalübertragung; engl. Begriff "signal processing" mißverständlich; "everything that happens between transduction / when sound becomes electricity" (Jonathan Sterne). Klassischer Gitarrenverstärker auf Elektronenröhren-Basis: keine Signalverarbeitung im diskret prozessierenden / algorithmischen Sinn; um ihn aber digital modellieren zu können, muß dieser Begriff dafür unterstellt werden

- Signalprozessierung und / oder Datenverarbeitung: Disput mit Elektrotechnikern und Informatikern darüber, ob Begriff "Signalverarbeitung" (oder gar "-prozessierung") nicht häufig fehlplatziert wird, wenn es - etwa - um die Beschreibung des Signalflusses in analogen Synthesizern geht. Etwa Diskussion mit Jonathan Sterne (engl. *signal processing*); überträgt analoge Elektronik Signale, rechnet sie aber nicht um. "Prozessierung" sollte - im aktuellen, von algorithmischen Medien geprägten Sprachgebrauch - für digitale Operationen reserviert sein; für analoge Welten: *transducing* vielmehr denn *processing*. Dass am Ende das Digital Signal Processing (DSP) in der Lage ist, analoge Signalflüsse selbst zu emulieren, weist auf eine medienepistemologische Eskalation

- Nichtlinearität von Elektronenröhren digital modellieren (DSP); Ansatz Carlé für ENIAC-Simulation

- Verstärkerteil aus Uraltplattenspieler *Supraphon* Marke TESLA (1956): eine Basiskonfiguration dessen, was durch Supplementierung sich zu eigenständigen Massenmedien ausdifferenziert (Plattenspieler, Tonbandgerät, Radio, Fernsehen); diese krude Basis ihrerseits bereits eine Ausdifferenzierung zweiter Ordnung ihres zentralen aktiven Bestandteils, der Elektronenröhre als Triode (nicht Diode); ein Verstärker im Sinne der Lieben-Röhre, ein Relais / deForest; Differenz elektromagnetisch / elektromechanisch / elektronisch (friktionsfrei); Grenzen der Schaltgeschwindigkeit (Taktung)

- (elektro-)mechanischer Flipper als Spielgerät; hineingetriggerte Kugeln suchen sich (etwa schwerkraft- oder beschleunigungsgetrieben) ihren Weg durch mechanisch durch Widerstände (etwa Metallstifte) gebaute Verzweigungen; die jeweils konkrete Wegentscheidung ist nur stochastisch faßbar (oder quantenmechanisch), aber mit binärer Logik (Logarithmus zur Basis 2) berechenbar als "Information"; Eintrag "Flipper", in: Friedrich Kittler, Baggersee. Frühe Schriften aus dem Nachlass, hg. v. Tania Hron / Sandrina Khaled, Paderborn (Fink) 2015, 58 f.

Speziell: Operationsverstärker

- intensivieren ("multiplizieren") Operationsverstärker kleinste Differenzen zwischen zwei Eingangsspannungen zu maximalen Ausgangsspannungen

- läßt sich mit Verstärker auch rechnen: Prinzip Analogcomputer, darin zentraler Bestandteil Integrierverstärker (Operationsverstärker)

Miniaturisierung der elektrotechnischen Bauteile

- verhalten sich elektrotechnische Bauteile vollständig nach Maßgabe der physikalischen Welt, auch wenn sie logisch eingefügt sind in ein technisches Dispositiv

- wird Elektronenröhre durch Transistoren ersetzt und die dann miniaturisiert aufgedruckt / in Mikrochips dotiert. Was in technischen Ensembles nur in Grenzen schrumpft: Netztransformatoren, der Drehkondensator am Radio, Lautsprecher etc. - der Widerstand der physikalischen Welt gegen ihre Informatisierung
- bilden zwei Spulen auf einem im Kreis geschlossenen Eisenkern einen Transformator, die Spannung je nach Windungszahl aufwärts und abwärts transformierend

Elektrotechnik versus Kulturgeschichte

- interessiert im medienepistemologischen Sinne das, was an Medienvorgängen erkenntniswert ist / Erkenntnisfunken induziert
- im dynamischen Elektromagnetismus ("Rundfunk") die Opposition von Übertragen und Speichern aufgehoben
- "live"-Kommunikation vermittelt telephonischer Induktion; eine Ferne, so nah sie auch scheinen mag: elektromagnetische Aura
- Thales von Milet: Erscheinungen des *elektron* (Bernstein); Magnesia-Stein (Magnetismus); experimentelles Interesse daran ein neuzeitliches: Gilbert, Eulers mathematische Grundlagen des Magnetismus (1748)
- folgen elektrische sowie elektromagnetische Erscheinungen den Gesetzen der Physik; zwingen die entsprechenden Technologien den Menschen ihre (natürlichen) Gesetze auf, im Unterschied zu klassischen Kulturtechniken, insofern sie (wenn nicht gerade Ackerbau selbst gemeint ist) im Symbolischen operieren - etwa das Alphabet; konvergieren beide Regime im Computer

Elektrotechnik als Mechanik

- "In Heft 5 des Jahrgangs 1933 dieser Zeitschrift hat der Verfasser durch Konstruktion mechanischer Modell elektrische Vorgänge dem Verständnis des Bastlers nahezubringen versucht" = R. Weller, Mechanische Modelle für elektrische Schwingungen, in: Radio - Bildfunk - Fernsehen für Alle, Bd. 15 (1936) Heft 6, 127-130 (127); James Clerk Maxwell, und Nachbau Ludwig Boltzmann: Differentialmodell des elektromagnetischen Felds; dazwischen: Meßmedien anstelle menschlicher Sinne, denn: "Elektrische Vorgänge" - zumal hochfrequente elektromagnetische - "können nicht direkt wahrgenommen werden. Sie können nur durch ihre Wirkung auf Meßinstrumente erschlossen werden" = Weller ebd.
- "Greifbare Geschehnisse der Mechanik künden - wenn auch nur als Gleichnisse oder Bilder - schon die unsichtbaren, verborgenen Vorgänge der Elektrik an. Wenn man von Strom, Spannung, Widerstand und anderen

Dingen redet, so überträgt man damit Begriffe und Vorgänge aus einem physikalischen Teilgebiet in ein anderes" = Weller 1936: 127

- "Elektrische Schwingungen eignen sich nun ganz besonders für eine mechanisch-modellmäßige Erfassung" = ebd.; jede elektrische Schwingung ein Produkt zweier Größen, Kapazität und Selbstinduktion; letztere mit einer trägen Masse vergleichen, von daher der Zeitverzug, der dilatorische Charakter. "Die Kapazität entspricht der Nachgiebigkeit einer Feder (der reziproken Federstärke); "Feder und Masse zusammen geben das Modell für einen Schwingkreis" = ebd.; Abb. 129: "Geschlossener mechanischer Schwingkreis"

- das Pendel, einmal mechanisch, einmal elektronisch (Schwingkreis): Wechsel von der Naturbeherrschung (Mechanik der Physik) und der Kulturtechnik in eine Welt nach eigenem technologischen Recht

- dritte Komponente Mensch; Gusle spiegelnder Guslar. Inwiefern korrespondieren die Frequenz seiner Stimme, die Schwingung der von ihm bestrichenen Saite und die elektromagnetische Induktion des Magnetdrahts auf dem Wire Recorder?

- AEG-Telefunken-Archiv im Deutschen Technikmuseum Berlin, Archivmappe A 02290 "Über Verfahren, Lieferung, Patentstreite von Verfahren zur Herstellung von "Magnetogrammträgern", darin: Typograph Dr. Suckow 27.4.1942 "Verfahren zur Herstellung von Eisenpulver für Magnetogrammträger"; zwischen(-)Speichern und Übertragen: Archivalie AEG Patent-Büro 19.6.34; Betr.: Patentanmeldung "Verfahren zur Herstellung magnetelektrischer Wellenträger"; in Abschrift (Typograph) durchgestrichen: "magnetelektrischer Wellenträger", ersetzt durch "von Magnetogrammträgern" (Bleifstiftkorrektur)

- Kurwellenradiohören mit kapazitärer Feinabstimmung (Rückkopplung), fragiles Springen von Sender zu Sender: sich diagrammatisch im elektromagnetischen Raum (Feld) orientieren, induktiv

Die elektromagnetische Induktion

- erzeugen plötzliche Stromstöße in einem Leiter ein magnetisches Umfeld, und dessen Bewegung in einem magnetischen Feld - dessen Zusammenbruch - seinerseits einen Strom; Gesamtheit aller Kraftlinien *magnetischer Fluß*; gibt Induktion an, wieviel Kraftlinien an einer bestimmten Stelle des Feldes vorhanden = Herbert Scheidt, Kleintransformatoren. Berechnung und Selbstbau, München (Albrecht Philler) o. J., 11 f.

- Induktion im Fall von Wechselstrom: sucht Faraday nach der Umkehrung von Oerstedts Entdeckung; daraus resultierendes Induktionsgesetz erzeugt ein sich senkrecht zu den Kraftlinien eines magnetischen Feldes bewegender Leiter einen elektrischen Strom. "Anstatt 'erzeugt' sagt man auch 'induziert' <...>. Wichtig für das Zustandekommen der Induktion ist

die Bewegung des Leiters gegenüber dem Magnetfeld. Nun hat sich gezeigt, daß auch dann eine Induktion möglich ist, wenn der Leiter in Ruhe bleibt und das Magnetfeld sich verändert, indem man es beispielsweise durch einen Wechselstrom erzeugt. Auf dieser Auslegung des Induktionsgesetzes beruht die Technik der Transformatoren" = Scheidt a.a.O.: 15

- Faradays phänomenologischer Zugang; Elektronen nie gesehen, "Feldlinien" aber durch Eisenfeilspäne sichtbar machen; 1887/88 sucht Paul André Janet magnetische Oszillogramme aufzuzeichnen: Feldlinienbilder, aufgenommen auf mit Eisenpulver bestreutem Papierband; Abb. in Walter Bruch, Von der Tonwalze zur Bildplatte, Eintrag Nr. 42, in: Funkschau 17/1982, 73, Bild 14; M. P. Janet, Sur l'Alimentation des Conducteurs Magnétiques. Comptes Rendues 150, 1887, 934

- Vektoren, Tensoren: elektromagnetisches Feld "kein Dingbegriff, sondern ein Relationsbegriff; setzt sich nicht aus Stücken zusammen, sondern <...> ist ein System, ein Inbegriff von Kraftlinien" = Ernst Cassirer, Formproblem, xxx, 92; hier zitiert nach: Stefan Hoffmann, Geschichte des Medienbegriffs, Hamburg (Meiner) 2002, 135

- Induktionsstrom: "Wenn wir vor den Polen eines Magneten einen in sich selbst geschlossenen Draht ring hin und herbewegen, so entsteht in den Draht ein elektronische Strom [...] ohne daß ein Element oder eine andere Elektrizitätsquelle mit ihm in Verbindung stände"²⁴; diese elektrophysikalische Grundlage (Faraday) skalierbar bis zum Radio: Abgabe von Antennenschwingungen (der offene Schwingkreis) eine extreme Variante dieser Induktion; entfalten sich elektrotechnische Medien von der medienarchäologischen Ebene (Elektrophysik) bis zum Massenmedium als Horizont

- Spezialfall der Induktion Magnetspule; Basis des Tonkopfs am Magnetophon; läßt sich auf einem vorbeistreichenden, mit Magnetpartikeln besetzten Band niederfrequente Schwingung speichern und umgekehrt wieder abrufen; (Zwischen-)Speicherung / Latenz auf Basis elektromagnetischer Remanenz eine extrem zeitgedehnte Form der unmittelbaren Induktion; Speichern und Übertragen, Magnetophon und Radio differentiell verschränkt, zwei Extreme eines Potentials; das Wesen und die Zeit elektrotechnischer Medien vom raumzeitlichen Feld her denken, analog zum elektromagnetischen Feld, anstatt von einer emphatischen Trennung zwischen Speicherung und unmittelbarer Übertragung

- 1876 wandelt Telephonie auf Grundlage Patent Alexander Graham Bell Stimmschwankungen mittels elektromagnetischer Induktion; Ton (Sprache) damit über Kabel elektrisch übertragbar ; Kehrseite des von Oberlin Smith patentierten Prinzips, nicht die Signale durch den Leiter, sondern den

24 Wilhelm Engeln, Aus der Wunderwelt der Elektrizität, 2., verb. Aufl. Regensburg (Manz) 1913, 100

elektronisch magnetisierten Leiter an der Spule entlang zu bewegen (*wire recorder*)

Das Geschehen im elektromagnetischen Feld

- induziert bewegtes magnetisches Feld einen Strom in einem Leiter; *zeitigt* umgekehrt Strom von Elektronen ein magnetisches Feld; spezifische Zeitlichkeit im Vollzug hebt sich ab von allgemeinen Begriffen der "Medienzeit"; war es die Endlichkeit, also Zeitlichkeit des Ereignisses namens Induktion, mit dem sich Elektrophysik seit Faradays Experimentalanordnungen von Newtons mechanistischer Vorstellung einer Fernwirkung, einer immediaten *actio in distans*, abwandte; beschreibt James Clerk Maxwell diese Ereignishaftigkeit (plötzliche Stromstöße erzeugen ein magnetisches Umfeld, und dessen Bewegung seinerseits im Zusammenbruch einen Strom) in Differentialgleichungen und begründet auf diesem Wege auch Licht(geschwindigkeit als Phänomen hochfrequenter elektromagnetischer Wellen; unterscheidet solch ultimative zeitkritische Zuspitzung, die Heinrich Hertz wenig später wiederum experimentell bestätigte, die Zeitweisen (hoch)technischer Medien von der Welt klassischer Physik; stehen Mathematik und Experiment ihrerseits in einem "induktiven" Verhältnis zueinander

- "Feld" als epistemologischer Neologismus: genuiner Neuansatz, *physis* zu denken, quer zu Altgriechenland

- das "Feld" physikalisch definiert als Zustand, worin jedem Raumpunkt der Wert einer physikalischen (Feld-)Größe zugeordnet werden kann: skalar (etwa Temperatur), oder vektorielle Feldgrößen (elektrische oder magnetische Feldstärke). "Sie werden durch *Feldlinien* dargestellt, bei denen die Feldvektoren Tangenten bilden"²⁵. Was bei Faraday also noch Phänomene der Veranschaulichung sind (gezeichnete Feldlinien nach Maßgabe der Ausrichtung von Eisenfeilspänen um einen Magneten), wird dann von Maxwell berechnet, durch eben jene Differentialrechnung, die mit Tangenten an Kurven operiert

- herrscht in der Dynamik des elektromagnetischen Feldes ein dilatorisches, raumzeitlich verschränktes Verhältnis; kein Wesen im philosophisch-ontologischen Sinne, sondern ein beständiges Weisen (Dynamik, also Veränderung); Allianz von Sein und Zeit auf nanoelektronischer Ebene; sucht Maxwell gerade die Zeitverzögerung bei elektromagnetischer Fernwirkung zu erklären; Definition des elektromagnetischen Feldes liegt in seinem zeitkritischen Zug²⁶

25 brockhaus abc elektronik, hg. v. Hans-Dieter Junge, Leipzig (VEB F. A. Brockhaus) 2. Aufl. 1978, 181

26 Siehe Rupert Sheldrake, *Das Gedächtnis der Natur. Das Geheimnis der Entstehung der Formen in der Natur*, Zürich / München (Piper) 2. Aufl. 1996, 156 [AO *The Presence of the Past*, New York (Time Book) 1988], 153f

Gesetzte Medien: elektromagnetische Wellen (Radio)

- entdeckt Oerstedt es eher zufällig am Rande einer Vorlesung, in der die Magnetnadel in der Nähe eines elektrisierten Drahtes zu zittern begann. "Der zeitlich veränderliche magnetische Fluß induziert in der umgebenden Drahtwindung <...> eine elektrische Spannung" = Szalay 1954: 422, Abb. 363; mikrozeitlicher Prozeß grundlegend für das medientechnische Ereignis
- führt Kontingenz in experimentellen Anordnungen (Rheinberger) zu zufälligen "Erfindungen", "Entdeckungen" im Labor wie die Nachbarschaft des Regenschirms und der Nähmaschine auf dem Seziertisch (André Breton). Dieses Verhältnis ist nicht plausibel beschreibbar im klassisch linear-kausalen Modell der Historie; evtl. das "Historiale" (Rheinberger mit Derrida)? Im Unterschied zu Rheinbergers wissenschaftshistorischer Kontextualisierung, also: Relativierung des jeweiligen Wissensbefunds als Funktion von Experimentalbedingungen, faßt Medienarchäologie den Begriff des "epistemischen Dings" konkret: als medienepistemologisches Zeug
- Wolfgang Hagen, Radiofunken und Radiowellen. Zur Geschichte der Oszillation eines transienten Mediums
- identifiziert Maxwell durch Mathematik Licht als elektromagnetischer Welle; heuristisch: geht von Kanal aus (elektromagnetische Strahlung)
- "Äther" hydro-elastisch (mechanische Eigenschaften) deduktiv unterstellt
- Experiment Michelson / Morley 1887: Messung der Zeitdifferenz durch Überlagerung/Interferenz des Lichts; Meßaufbau schwimmt auf Quecksilber; Lichtstrahl aufgespalten in zwei, wird reflektiert und auf Beobachtungsschirm wieder zusammengeführt; Zeitmessung auf optischem Weg
- Lorentz-Kontraktion: mit dem Äther dehnen / schieben sich Meßinstrumente ihrerseits zusammen
- bemerkt Heinrich Hertz durch Zufall, daß parallel zu einem Funken an anderer Stelle Funke entsteht; beschreibt diese Fern- resp. Nahwirkung durch elektromagnetische Welle; Funken erzeugen Wellen; Bündelbarkeit: Richtfunkverbindungen
- "Über Strahlen elektrischer Kraft" 1887/88; wie verhält sich die Wahrscheinlichkeit der Laboranordnung zur Kontingenz der Entdeckung
- Begriff der Resonanz: dem Akustischen abgelauscht (akadem. Lehrer von Helmholtz)
- das medienepistemische Ereignis: der Funken; daraus wird Rundfunk, zunächst völlig uninhaltistisch; erst nach 50 Jahren Radio. Medium als

Botschaft: Funkzusammenbruch im von Orson Welles inszenierten Hörspiel von *War of the Worlds* von H. G. Wells, gesendet abends 30. Oktober 1938

- ein medienepistemisches Ding, besser: dynamisches Verhältnis - das elektrische bzw. elektromagnetische Feld; Faraday - Maxwell - Hertz; mathematische Erkenntnis der Feldgleichung von Elektrotechnik nicht explizit analysiert, zugunsten der Veranschaulichung

- www.walter-fendt.de/ph14d/schwingkreis.htm (Java-Applet zu elektromagnetische Feld, Schwingkreis)

- Modelle der Induktion, in: Károly Simonyi, Kulturgeschichte der Physik, 2. Aufl. Frankfurt/M. (Thun) 1995, 347

- "Chronotopos des elektromagnetischen Weltbildes" (aus Katalog *The First Europeans* bzw. Denker / Weibel (Hg.) 1990)

- N. Andrejew, Drei einfache Methoden der technischen Akustik, in: Elektrische Nachrichtentechnik (E.N.T.) Bd. 8. Heft 12 (1931), 488-xxx

- Kapitel II.6 "Elektrische und magnetische Kräfte im leeren Raum", in: Heinrich Konen, Physikalische Plaudereien. Gegenwartsprobleme und ihre technische Bedeutung, Bonn (Verl. d. Buchgemeinde) 3. Aufl. 1941, 74-97

- das elektromagnetische *Feld* als "theoretisches Ding" = Konen 1941: 74, Anm. 6

- Kapitel "Elektrische Schwingungen" (6. Vortrag), in: Schnetzler 1920, 268-318;

ferner 8. Vortrag "Wellentelephonie (Radio.)" = 358

- Welle, Schwingung: das Senden eines Signals (Nachrichtentechnik) ein zeitlicher Vorgang; Darstellung einer Wasserwelle als Signalkurve wählt als Abszisse die Zeitachse (verschiedene t -Werte), und als Ordinate die Amplituden α der Schwingung: "Sie ist nun nicht mehr ein *Abbild* der Schwingung selbst, sondern sagt aus: zur Zeit t_0 ist $\langle \dots \rangle$ das hier betrachtete Wasserteilchen in der Ruhelage (Amplitude = 0). Das Teilchen a beginnt, im einfachsten Falle, auf und ab zu schwingen, und befindet sich somit zur Zeit t_1 oberhalb der Ruhelage in einer Entfernung die durch die Amplitude α_1 dargestellt ist. Die Kurve gibt also an, wie weit das einzelne Teilchen während des Schwingungsvorgangs sich zu irgendeinem Zeitpunkte t_i aus der Ruhelage nach oben oder unten entfernt hat. Das benachbarte Teilchen b beginnt seine Schwingung um einen Bruchteil Δt später, vollführt aber die gleichen Schwingungen wie a , nur *phasenverschoben*, d. h. um Δt später. Handelt es sich um die Kurvendarstellung eines akustischen Signals, so treten an die Stelle der Wasserschwingung Luftschwingung. Die Luftteilchen schwingen dabei aber nicht auf und ab, sondern hin und her; es kommt somit zu Verdichtungen und Verdünnungen der Luft" = Flechtner 1966: 138

- Definition "Wellen": "Räumliche und zeitliche periodische Änderungen physikalischer Größen. Bei den longitudinalen Wellen liegt die Schwingungsrichtung parallel zur Ausbreitungsrichtung (Beispiel Schall), bei transversalen Wellen senkrecht dazu (Beispiel Wasserwellen)" = Brigitte Röthlein, Schrödingers Katze. Einführung in die Quantenphysik, München (dtv) 5. Aufl. 2004, 119

- Feldbegriff in der elektroakustischen Musik. "... wie die Zeit vergeht ...": Unter diesem Titel beschreibt Karlheinz Stockhausen in Heft 3 von *Die Reihe* (hg. v. Herbert Eimert) eine andere Zeitordnung von Musik, beschrieben in "Feldgrößen" - eine Anlehnung an den neuen epistemologischen Begriff Faradays und Maxwells für Erscheinung und Mathematik des Elektromagnetismus <Wien 1957, 13-42>. Wenn damit kontinuierliche Phasenmodulation an die Stelle der klassischen Begriffe Takt und Dauer tritt, löst sich auch die kategoriale Differenz zwischen Geräusch und Ton auf; beide werden ineinander modulierbar <41> wie die "reinen Töne" (Sinusschwingungen) und impulsartige, also äußerst kurzzeitige Klänge.

- philosophischer Begriff der Induktion / Deduktion (Descartes), kein Zusammenhang mit Elektromagnetismus

- kommt Maxwell durch reine Mathematik, also wirklich "medientheoretisch" zur Erkenntnis Licht als elektromagnetischer Welle; heuristisch: geht von Kanal aus (elektromagnetische Strahlung), Äther hydro-elastisch (mechanische Eigenschaften)

- bemerkt Heinrich Hertz durch Zufall, daß parallel zu einem Funken an anderer Stelle Funke entsteht; Fernwirkung; beschreibt sie als elektromagnetische "Welle", erzeugt durch Funken; Schlußfolgerung aus Bündelbarkeit: Richtfunkverbindungen; "Über Strahlen elektrischer Kraft" 1887/88

- Begriff der Resonanz: dem Akustischen abgelauscht, oder das Akustische danach modelliert?

Induktion nanotechnisch (Elektronenmikroskopie)

- Gerd Binnig / Peter Vettiger, Rasterkraftmikroskopie; Meßspitze hat selbst nur noch Atomgröße; ergibt sich in Nähe zum abzustastenden Objekt dann ein Tunnelstrom aus Elektronen; damit eine atomare Oberfläche Punkt für Punkt abtastbar: Raster, diskret

- von vermessenden Analysen zur Synthese: Oberflächenmanipulation auf Nano-Ebene durch aktive Rasterkraft, etwa Aufdrucken zu speichernder Information = Markus Breidenich, Datenberge unter der Nadelspitze. 25 Millionen Buchseiten auf der Fläche einer Briefmarke gespeichert, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 137 v. 17. Juni 2002, 44; darin IBM-Photo, Legende: "Eine Graphik wie von einem anderen Stern: Stempeln auf der Nano-Lochkarte"

Elektromagnetismus mit Maxwell

- Jed Z. Buchwald, William Thomson and the Mathematization of Faraday's Electrostatics, in: Historical Studies in the Physical Sciences, Bd. 8 (1977), 101-136

- stellt Maxwell fest, daß sich die von Faraday und anderen entdeckten Gesetze der Elektrizität und des Magnetismus "sich mathematisch nicht vertrugen. Um das in Ordnung zu bringen, mußte er in eine Gleichung einen zusätzlichen Term einfügen"²⁷ - die Operation des Syllogismus. "Dazu erfand er für sich ein Modell von Zwischenrädern und Getrieben und soweit im Raum, das niemandem einleuchtete <...>; nichtsdestotrotz sind die Maxwellschen Gleichungen korrekt" <Feynman ebd.>; wird der *medium term* des Syllogismus mechanisch

- gilt für das elektrische Feld das Superpositionsprinzip; Vektoraddition des von jeder einzelnen Ladung erzeugten Feldes

Die sogenannte Schwachstromtechnik

= tschechoslowakisches Elektrotechnikkombinat "TESLA" Technologia slabo<low>/prud<current>; Signet: Sinuskurve mit Funkenstern oben

- Argument Norbert Wiener: Informationstechnik eine Funktion der Schwachstromtechnik²⁸. Netzteil, *online*, Computer: Anlaß, Wieners Kritik an der strikten Trennung von Stark- und Schwachstromtechnik (in Deutschlands Ingenieurkultur) zu überdenken

- Argument Leo Szilard: sinkt in Informationsverarbeitung Energieschwelle unter den entropisch kritischen Wert

Energieübertragung per Schwachstrom

- 1930er Jahre juristischer Prozeß gegen Kleingärtner, die über Hochantennen eine Rundfunksendung als Energiequelle für Glühlampen anzapfen; Funk auf Vakuumröhrenbasis energieintensiv; ob die von einer starken Sendeantenne aufgefangenen elektromagnetischen Wellen außer zur Signalübertragung nicht auch zur Energieversorgung sparsamer Transistorempfänger nutzbar; bedarf es zweier Empfänger: "Der eine, auf einen sehr nahen, leistungsstarken Sender eingestellt, bereitet die von diesem empfangene Energie entgegen und übernimmt die

27 Richard P. Feynman, Vom Wesen physikalischer Gesetze [AO 1967], München (Piper) 1993, 198

28 Siehe Norbert Wiener, Time, Communication, and the Nervous System, in: Annals of the New York Academy of Sciences, Bd. 50, 1948/50, 197-219

Versorgung des zweiten, der auf beliebige Stationen abgestimmt werden kann"; zweite Variante: "Die Sendeenergie einer Mutterstation könnte schwache Tochtersender auf gleicher oder anderer Frequenz speisen, die nur dann antworten, wenn der Muttersender sie abfragt" = Walter Conrad, Elektronik einmal anders, in: Urania-Universum Bd. 35 (1989), 285-291 (290)- für Bojen, Markierungssender; RFID-Technologie

Dreh- und Wechselstrom

- Beschreibung eines der Operativierung harrenden Diagramms zum zeitversetzten Verlauf dreier Spannungen U_1 , U_2 , U_3 (Dreiphasenwechselstrom): "Werden in einem Generator drei Spulen gleichmäßig im Kreis versetzt angeordnet, entstehen drei zeitlich ebenso versetzte Wechselspannungen, die ihre Amplituden nacheinander, zu unterschiedlichen Zeitpunkten erreichen. Diese zeitliche Versetzung wird durch die Phasenlage beschrieben" = <http://de.wikipedia.org/wiki/Drehstrom>; Zugriff 22. Juni 2008; im Unterschied zur diskret getakteten Uhrzeit phasenverschobene Zeitpunkte, eine Pluralisierung der eindimensional-linearen Zeit

Elektromechanik

- sucht Medientheorie analytischen Zugang zur elektrotechnischen Medien wie Radio und Fernsehen; von daher Interesse an Meßgeräten

- Klingel-Relais, damit Tonerzeugung für Morse-Signal (Gordon-Baukasten *Morse-Electric*): mechanische Feder, wenn durch Anzug des Magnetankers gespannt, löst Stromunterbrechung aus, schnell wieder zurück, schaltet damit wieder Stromkreis ein, usf.; elektromechanisches Prinzip zur ungedämpften Schwingung (bei konstanter Batteriezufuhr); ergibt auf Oszilloskop Sägezahnsignale; frühe Radiosender vor Knallfunken / "Telefunken": HF-Trägerfrequenzerzeugung durch Dieselmotoren; obere Grenze in der mechanischen Trägheit; erfordert dann "Umschalten" (epistemologisches Relais) auf die Elektronenröhre zur Erzeugung ungedämpfter Schwingungen

Der Elektronenstrahl

- "Bis zum heutigen Tage hat noch kein Mensch einen Elektronenstrahl gesehen, geschweige denn ein einzelnes Elektron. Jedoch begegnen täglich Millionen von Menschen seinen Wirkungen, z. B. beim Fernsehen oder am Terminal eines Computer"²⁹; Bildschirm damit quantenmechanische Szene des Elektronenstrahls (photonischer Effekt), Interface einer Visualisierung; so verstandene Medienphänomenologie

²⁹ Alexander von Ardenne / Rainer Bartel, Der Elektronenstrahl - ein modernes Werkzeug, in: Urania-Universum Bd. 35 <1989?>, 171-179 (172)

Simulation

- "Dein Programm ElektroPlus kann die Wirklichkeit zwar nicht genau nachbilden (`simulieren´). Dafür aber kannst du am Bildschirm Experimente machen, die du in der Wirklichkeit unbedingt vermeiden musst"³⁰ - etwa das Zerplatzen einer Glühbirne bei zu hoher Spannung. "Mit dem Computer kann ich ganz gut eine Art Taschenlampe simulieren. Aber die Batterie wird ja niemals leer. <...> Mit viel Mühe könnte ein Programmierer ein Programm schaffen, das die Realität fast perfekt nachbildet. Aber ganz wird er es nie schaffen." = 32; Simulation zweiter Ordnung die virtuelle Messung der simulierten Vorgänge. Das Interface des virtuellen Voltmeters gibt einen analogen Eindruck: "Aber Vorsicht, hier zeigt sich wieder der Unterschied zwischen Simulation und Wirklichkeit. Es sieht zwar so aus, als würde die Spannung gemessen, tatsächlich aber führt das Programm nur Rechnungen aus." = 49; scheinbares Zeigermeßgerät tatsächlich schon eine digitale Datenausgabe; Kennlinie einer Glühlampe (das Diagramm des Maßes, in dem die Stromstärke wächst, wenn die angelegte Spannung steigt): ändert ihren Widerstand analog zu Schwankungen des angelegten Stroms, während es im Computerprogramm immer denselben Widerstand zeitigt = 82

- Mikroelektronik im Wesentlichen materielle (nicht mathematische) Integration; elektronische Schaltkreise auf einem gemeinsamen Substrat in einem gemeinsamen Fertigungsschritt erzeugt; Bausteine Transistoren, Widerstände, Kondensatoren, andere Halbleiterbauelementen

- manifestiert sich am / im Widerstand das Wirken der entropischen Zeit, die alle Zeitenthobenheit logischer Diagramme unterläuft. Widerstände (ob nun Draht- oder auch Kohleschichtwiderstände) ändern buchstäblich *mit der Zeit* ihren intrinsischen Wert

- vormals offen-sichtliche Ablaufzähler zur Einsicht in die vom Gerät geleisteten Betriebsstunden zu Wartungszwecken; in softwarebasierter Elektronik / ICs Ablaufzähler installiert, welche das Gerät nach vorbestimmter Zeit außer Funktion setzen, um einen Neukauf zu erwirken

Strom hören

- Trennstelltrafo, einem Radio vorgeschaltet: Nicht das Potentionmeter regelt hier als Widerstand die Lautstärke (wie beim Licht-Dimmschalter), sondern der Strom selbst entscheidet über die kritische "Hör"schwelle (analog für Fernsehanschluß dann die "Seh"schwelle, wo Kathodentrahl durchzündet)

30 Burkhard Kainka, Experimentierkasten-Anleitung *Elektro Plus*, Stuttgart (Franckh-Kosmos) 2001, 14

Elektrische Funken

- wird mit Feddersens Entdeckung und photographischer Fixierung das scheinbar singuläre Ereignis des elektrischen Funkens als hochfrequente Oszillationen entborgen; demgegenüber das Pixel ein diskreter Lichtpunkt auf gerasterten Bildschirmen und mithin die bloße Erscheinung eines tatsächlichen Pixels als binäre Spannungswerte auf Hardware-Ebene; analoges Gegenstück dazu die von Faradays beschriebenen magnetischen "Feldlinien"

- Funken einmal ein Phänomen, durch textiles Reiben von Bernstein entdeckt; genaue Betrachtung als Lichtbänder erst mit supplementären Zeitobjekten: schnell rotierendem Spiegel (Charles Wheatstone 1834); Eskalation als Bedingung der wirklichen Analyse: nicht nur technisch vermittelte Übertragung des Bildes, sondern auch dessen Speicherung (wie Filme erst durch Videoaufzeichnung zum Gegenstand einer gleichnamigen Wissenschaft werden), indem Feddersen solche Lichtbänder aus dem Drehspiegel auf photoempfindlicher Schicht autographisch bannt Hagen 2005: 23; sichtbar wird eine nicht nur schlierenhafte, sondern vor allem oszillatorische Entladung, Kondensator, erzeugt elektromagnetische Wellen: also "Radio", besser: Telefunken; [Berend] W.[ilhelm] Feddersen, Entladung der Leidener Flasche. Abhandlungen, Leipzig (Engelmann) 1908 (= Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften Nr. 166), Tafel III

- erscheint die funkenhafte elektrische Entladung der naiven Wahrnehmung als ein "Strom" in einer Richtung; tatsächlich "ein Hin- und Herschwanken derselben zwischen den beiden Belegungen in Oscillationen, welche immer kleiner werden" = Helmholtz 1847: 46, hier zitiert nach Hagen 2005: 23; bringt Williams Thomson (später Lord Kelvin) diese Erscheinung 1853 auf einen mathematischen Punkt, vergleichbar der Entdeckung des elektromagnetischen Feldes durch Faraday und seiner Berechnung durch Maxwell; Thomsonsche Schwingungsformel; augenfällig an der Fotografie der Funkenentladung: Je geringer die Kapazität der entladenden Flaschen, umso schmaler die Streifen; Periodendauer der Oszillation proportional zur Quadratwurzel der Kapazität

- Differenz Pixel / wandernder Lichtpunkt im elektromechanischen Nipkow-Fernsehen: Amplitudenschwankung von Lichtintensität über Photozelle respektive Glimmlampe; demgegenüber Pixel technomathematisch definiert, durch diskrete Wertezuweisung

- medienarchäologische Wiedererinnerungen elektrischer und kinematographischer Effekte sowie Sonifikationen medieninduzierten Wissens

- James Wimshursts Erfindung der Influenzmaschine; weist auf den kruden Funken selbst: zwei sich drehende Glasscheiben mit Metallfolien besetzt und erzeugen durch mechanische Gegenbewegung an zwei kugelförmigen Polen Stromfunken. Brad Hwang nimmt dies zum Kern seiner Installation *Time may change me, I can't change time* (2007), Ausstellung *Vom Funken zum Pixel. Kunst + Neue Medien*, 28. Oktober 2007 bis 14. Januar 2008,

Martin-Gropius-Bau Berlin; nicht ersichtlich, was daran die "elektrostatische Zeitmaschine" sein soll, außer der optischen Referenz auf die Zeitmaschine in der Verfilmung von Orson Wells *Time Machine*

Ebenso physikalische wie (schaltungs-)symbolische Verortung des technologischen Mediums

- hat Medienwissenschaft ein *fundamentum in re* tatsächlicher Objekte: die Realität der technischen Medien, die (kulminierend im modellbildenden Medium der Gegenwart, dem Computer) als ein mit wechselndem historischen / diskursivem / kulturellem Index versehenes Verhältnis von Logik und Materie darstellen; Dinglichkeit der Untersuchungsgegenstände (technische Artefakte) Voraussetzung ihrer theoretischen Erkenntnis und kulturtechnischen Existenz: Medientheorien im Vollzug; apparative Medien immer an konkrete Materialitäten gebunden, die es sowohl als Schaltpläne wie als Bauelemente zu lesen und zu analysieren gilt - "hands on"

- ist die Frage nach dem elektrophysikalischen Ort des technischen Mediums nicht auf die materielle Körperlichkeit der Apparate reduziert, sondern geht mit dem Digitalcomputer darüber hinaus zu logischen Adressen; werden Technologien damit (konkreter als in Rheinbergers Definition intendiert) als "medienepistemische Dinge" betrachtet, die der kulturtechnischen Entwicklung an entscheidenden Stellen ihr Gepräge geben: konkrete Artefakte wie die Unruh' (an) der mechanischen Uhr, oder die Elektronenröhre als Verstärker einerseits und digitales Schaltelement andererseits in frühen elektrotechnischen Medien (Radio, Fernsehen, Großrechner) - allesamt Protagonisten auf der Bühne eines Medientheaters; Wissenskulturen, die sich in konkreten und abstrakten (Turingmaschine) technologischen Artefakten verdinglichen - gefrorene Theorie, im Anschluß an ein Denken des "Mediums", wie es von der Physik des Aristoteles bis zur Mathematisierung der Übertragungskanäle in der Kommunikationstheorie Claude Shannons reicht = Kommentar zu einem von Sebastian Döring beworbenen Projektstudium *Physikalische Orte des Mediums*

- Aufgabe von Medienarchäologie, den technischen und technomathematischen Dingen auf den Grund zu gehen; wissende / experimentierende / hermeneutische vs. meßtechnische Methoden der Annäherung an medientechnische Artefakte

- "Medium" als der physikalische Ort, durch den etwas, was vorher kodiert (Nachrichtenquelle) werden muss, um dann nach Wandlung als Signal übertragbar zu sein, hindurchläuft - nicht ohne Spuren im Übertragenen zu hinterlassen, Verrauschung; dennoch am Ende etwas übertragen, was dekodierbar ist; *medium* in Nachrichtentheorie (Shannon) definiert von der Existenzweise des Kanals her; hinzukommend an beiden Enden Signalwandlung (analog) respektive Kodierung (digital); symbolische Operationen und die Materialität, Physik von Kanälen am Mediengeschehen konstitutiv beteiligt; metaphorischen Medienbegriffe für Analyse solcher Realität irrelevant

- ausgeschlossen, sich technischen Medien zu nähern, ohne eine präzise Kenntnis ihrer Materialität, ihrer Hardware und logischen Verknüpfung (für Computer: Software, für "analoge" E-Technik: Schaltungen) zu besitzen; ansonsten schlichtweg unmöglich (un-abDINGbar), Medien in ihrer Operativität, der Signal- und Informationsverarbeitung zu erkennen; Bau- und Schaltpläne studieren, die Aufschluß darüber geben, welche Vorgänge es überhaupt sind, die es zu bewerten gilt; schärfen sich daran kurrente (diskursive) Begriffe wie "analog" und "digital". Jede mit Transistoren, Kondensatoren, Widerständen und Filtern (also mit diskreten Bauteilen) bestückte Leiterplatte eines klassischen Transistorradios zugleich "digital" beispielbar, abhängig allein von der Beschaltung; erlauben integrierte Schaltkreise (ICs) zunächst keine Um-Stellung; Ausweg Field Programmable Arrays (FPGA)

- auf Ebene der konkreten elektrophysikalischen Verkörperung auch "digitale" Information "analog" = Marks 2002: 171 ff.; Identifizierung solcher technoepistemischen Moment des Mediums (Schaltung analog, topologisch digital) als medienarchäologische Form von "Lektüre"; nicht kanonische Texte, sondern Kanon von Apparaturen; über Lochkamera / Photoapparat, Kinematograph, Grammophon, Webstuhl, Setzmaschine / Druckerpresse, Radio, Telegraph, Schreibmaschine hinaus: Zuse-Rechner sowie der *analoge* "555 timer integrated circuit", entworfen 1970 von Hans Camenzind. Im Kern fungieren hier Kondensatoren als Komparatoren zur Identifizierung von oberen / unteren Spannungsgrenzen; eine Kippschaltung (Flipflop / dotierter Transistor); <http://www.righto.com/2016/02>, Beitrag "555-timer-teardown", "geöffnet" mit Hilfe einer *hacksaw*, "revealing the tiny die inside"; Hans Camenzind, Designing Analog chips, Kap. 11

Elektrophysiologie

- An der photographischen Darstellung des elektrophysiologisch definierten "prägnanten Moments" (Lessing) versucht sich am lebenden Objekt in ausdrücklichem Vergleich zur antiken Laokoon-Plastik Guillaume-Benjamin Amant Duchenne de Boulogne; durch die Anlegung von Gleichstrom hervorgerufene Stromstoß induziert in den Gesichtsmuskeln eine (Lessings "prägnanten Moment" noch unterlaufende) augenblickliche Kontraktion und korpsifiziert damit einen Momenten des Realen in der Umschaltung vom makrophysikalischen Ausdruck zum mikroelektrischen Moment³¹; Abb. "Facial expressions in response to direct electrical stulation of the muscles and in response to emotional stimulation ", Photographien des Neurologen und Physiologen Duchenne de Boulogne

31 Guillaume-Benjamin Amant Duchenne de Boulogne, *Mécanisme de la Physionomie Humaine ou analyse électrophysique de l'expression des passions*, Paris 1862. Zu den Versuchsanordnungen: Hans-Christian von Herrmann / Bernhard Siegert, *Beseelte Statuen - zuckende Leichen. Medien der Verlebendigung vor und nach Guillaume Benjamin Duchenne*, in: *Kaleidoskopien. Jahrbuch des Instituts für Theaterwissenschaft der Universität Leipzig*, 3. Jg. (2000), 66-98

(1862), reproduziert in: Purves et al. (Hg.) 2008: 214; stellt Einsatz von Wechselstrom in der gleichen Versuchsanordnung den krampfhaften Gesichtsausdruck auf oszillatorische Dauer: aus Zeitereignissen besteht hier, was die antike Plastik leblos in Marmor formte

"Geschichte" des Elektrons

- verfaßt Charles R. Gibson Anfang des 20. Jahrhunderts die *Autobiography of an electron*; läßt darin ein Elektron das erzählen, was heute seine "Wissensgeschichte" genannt, indem es zunächst an das vernehmende Gehör eines Menschen appelliert; gleich eingangs: "Es gibt Menschen, die erzählen, wir seien erst seit wenigen Jahren auf der Erde. Diese Behauptung ist natürlich recht töricht. Entdeckt wurden wir allerdings erst vor ganz kurzer Zeit, vorhanden waren wir jedoch schon immer"³² - das *double-bind* von historischem Index und ahistorischer Vorgänglichkeit (Gleichursprünglichkeit).; experimentiert Thales von Milet mit dem Bernsteinfunken; lange Meßinstrumente mangelhaft, um zur mikrophysikalischen Ebene der Elektronen vorzudringen; anhand von Kathodenstrahlphänomenen im evakuierten Glasrohr manifest. Doch die Erzählung klingt aus mit der Warnung, dem Appell des Elektrons an die menschliche Erkundung des Wesens der Elektrizität: "Ein grobes Bild und nie das Wesen der Dinge, das ist die Tragödie der menschlichen Wissenschaft, und darüber kommt ihr nimmer hinaus, weil ihr nur in Bildern zu denken, zu fassen vermögt" <Gibson 1911: 99> - was Heinrich Hertz beherzigt; alternativ dazu das unanschauliche Werkzeug der mathematischen Analyse

Technomathematische Oszillatoren

- konnte Heinrich Hertz die von James Clerk Maxwell formulierte Theorie des elektromagnetischen Feldes experimentell nachweisen; daß sich die elektromagnetische Strahlung wellenartig ausbreitet. Eintrag von Anfang November 1887 in seinem Laborbuch zeigt Versuchsaufbau, der den Nachweis von stehenden hochfrequenten Wellen in Drähten sichtbar macht; schreibt Hertz an Helmholtz, er könne »...dieselben fast so deutlich sichtbar machen wie die Knoten einer schwingenden Saite" = zitiert nach Wolfgang Neuser, Quantenphilosophie, Spektrum der Wissenschaft, Spektrum Verlag, 1996, 35

- benötigen elektromagnetische Wellen gegenüber den Schallwellen kein Medium - was die aristotelische Definition des "Mediums", die zur Erklärung der EM Wellen eines hypothetischen Übertragungskanal namens "Äther" bedurfte, hinfällig macht und zugleich auf die Differenz zwischen haptisch-mechanischer Berührung des Menschen durch Schall und seine optische Wellenaufnahme verweist

³² Charles R. Gibson, Was ist Elektrizität? Erzählungen eines Elektrons, autorisierte dt. Bearb. v. Hanns Günther, Stuttgart (Kosmos Franckh) 1911, 11

- Synthesizer in Meßtechnik elektronische Vorrichtung zur Erzeugung monophoner, hochreiner Schwingungen; dienen der Überprüfung elektronischer Schaltungen; Laborgeräte = <http://de.wikipedia.org/wiki/Synthesizer#Oszillator>; Zugriff 20. August 2008; werden indes zu aktiven Agenten elektronischer Musik
- "Sonic Pen"; hinsichtlich Sonar lediglich eine technische Radikalisierung von Passivsonar (hier hören nun technische Empfänger statt menschliche Ohren den Ultraschall und errechnen durch die Zeitdifferenz die Stiftposition im 2dimensionalen Raum - quasi eine technische Analogie menschlichen Richtungshörens)
- binaurales Gehör selbst schon das "Sonar in uns" (Christoph Borbach); technische Medien vollziehen (besonders hinsichtlich der Stimme) nichts dem Menschen Fremdes, sondern offenbaren, daß in ihm selbst "technische" Operationen (die Stimme als Frequenzgemisch) geschehen - die dann entsprechend auch technisch synthetisierbar sind ("Sirenen")
- piezoelektrischer "Lautsprecher" zunächst für Sonartechnologie entwickelt; Forschung Shaul Katzir: Schaltpläne von piezoelektrischen Quarzen vor, die vor allem im Zusammenhang mit Sonartechnologien entwickelt wurden, auf amerikanischer Seite (weil dort in WKII die Furcht vor deutschen U-Booten größer war als umgekehrt); entsprechender Ultraschallsender im Medienarchäologischen Fundus

Der Schwingkreis

- engl. *resonant circuit*; oszillatorischen Charakter der Funkenentladung eines Kondensators (Leydener Flasche) ahnt erstmals Felix Savary (1826) anhand eines Phänomens der Urszene von Experimenten zum Elektromagnetismus (Oersted 1819): wechselseitige Ausrichtung (wengleich nicht das Zittern, weil die mechanische Trägheit dies nicht erlaubt) einer Magnethöhle, in die Nähe der Funkenentladung gebracht
- Julian Blanchard, The History of Electrical Resonance, in: Bell System Technical Journal, Bd. 20, Heft 4 (1941), 415-433
- zwischen magnetischer und potentieller Energie eine pendelgleiche Bewegung erzeugt, sofern sie auf ihrer Eigenfrequenz angeregt wurde. Bösartigkeit lauert im Aufschwingen ("vicious circle"), im Aufschaukeln
- elektrischer Schwingkreis zunächst aus einer Spule (als Widerstand) und einem Kondensator gebildet. Angeregt durch einen Triggerimpuls, würde er zunächst in gedämpften Schwingungen auslaufen. Durch geschickten Einbau einer Rückkopplung aber wird dieser Verlust geglättet.
- speichert Kondensator Energie gleich Bewegungsenergie im Pendel; verkörpert jedes mechanische Pendel Eigenfrequenz; beruht Prinzip Schwingkreis auf Gesetz Induktion: Magnetfeld um Spule lädt beim

Zusammenbrechen den Kondensator wieder auf, diesmal aber mit umgekehrter Polung; erzeugt also einen Wechselstrom

- induktive vs. magnetische Kopplung zweier Schwingkreise; im Falle der Tesla-Energieübertragung: lose Kopplung, vergleichbar zwei mechanisch gekoppelte Pendel. Dagegen herrscht in einem tatsächlichen Transformator eine feste Kopplung von Strom und Spannung in Phase; insofern der sogenannte "Tesla-Transformator" ein Transformator mit *différance*

- massenmedial vertrauteste, klassische Anwendung des Schwingkreises der Rundfunkempfänger

- virtuelle Schaltung mit SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis): Simulation eines Parallelschwingkreises mit Speisung durch eine Sinus-Wechselstromquelle (quasi Strom aus der Steckdose selbst) über einen hohen Widerstand; Schwingkreisverhalten bei wechselnden Parametergrößen läßt sich damit unmittelbar analysieren; "ein real aufgebauter Schwingkreis ließe sich bei Weitem nicht so einfach seine Geheimnisse entreißen" = Richard Zierl, Elektronische Schaltungen, Poing (Franzis) 2007, 54 - der ganze Unterschied zwischen realer physikalischer und mathematisch modellierter Welt; Mangel an Welt zeigt sich am Fortfall der realen Gefahr für Bauteile und Leben (in Simulationen hoher Spannungen)

- Werden zwei parallel geschaltete, aus Spule (funktional: engl. Inductor) und Kondensator (Capacitor) zusammengesetzte Schwingkreise mit gleicher Resonanzfrequenz nahegebracht, d. h. parallel angeordnet (magnetisch lose gekoppelt, aber elektrisch voneinander isoliert), kommt es zwischen ihnen zum Energieaustausch

- Basis für Nikola Teslas Theorie der drahtlosen Energieübertragung, und die tatsächliche Ermöglichung von RFID-Systemen (Radio Frequency Identification), bei der eine Sendespule ein hochfrequentes Wechselfeld von 13,56 MHz erzeugt (die für wissenschaftliche und experimentelle freigegebene Frequenz); induziert im Schwingkreis des RFID-Transponders eine Spannung; diese aufgenommene Energie versorgt einen Chip, der seinerseits "nun Daten sendet, indem er den Schwingkreis in einem zeitlich definierten Muster bedämpft. Der Sender erkennt, wann ihm Energie entzogen wird und kann so das Signal lesen"

- magnetisch gekoppelte Schwingkreise: Magnetfeldlinien des einen Kreises durchdringen auch den zweiten Kreis und regen diesen zu Schwingungen an - ein für Gleichstromkreise undenkbarer Vorgang. Im Wechselstromkreis ist die Phasenbeziehung, also das Wesen des elektrischen Schwingkreises entscheidend: "Ein Schwingkreis kann von einer kleinen Spannung aus angeregt werden, wenn deren Phase um 90 Grad vorausgeht. Der Vorgang ist vergleichbar mit dem Anregen eines Pendels" <ebd.>, welches bereits mit einem geringen Stoß allmählich zu großen Schwingungen angeregt werden kann, wenn diese Stöße

zeitkritisch mit der Pendelbewegung derart koordiniert werden, dass sie der Pendelschwingung immer um eine Viertel-Schwingung vorauslaufen

- elektromechanisches Pendel; wird beim Pendeldurchgang das Gewicht (ein Magnet) durch Spule angeregt und damit der Dämpfungsverlust ausgeglichen, (r)echtzeitig durch einen externen Transistor; vgl. elektromechanische Uhr (Bain); Meßmedien von Helmholtz' für ultraschnelle Reizungen im Nervensystem (Kopplung Stimmgabel / Elektromagnet); ein Hybrid: ein Element des elektrischen Schwingkreises (Spule respektive Kondensator) hier durch ein mechanisches Teil funktional ersetzt (die mechanische Pendelschwingung); vollelektronisches Pendel (Stromimpuls durch Taster; dann ablesbar an Galvanometer: langsam auspendelnde Spannung). In den Schwingkreis eingebauter Transistor (Colpitts-Schaltung) Analogien von mechanischer und elektronischer Welt ein Hinweis, aber kein Beweis für Gleichursprünglichkeit; gleiche Mathematik kommt für beide Welten erfolgreich zur Anwendung

Der Schwingkreis als Computer: das *Parametron*

- Schwingkreis nicht im Gegensatz zum Digitalcomputer, sondern bildet möbiusbandartig den Kehrwert binärer Signalerzeugung: "Das Parametron ist Prinzip ein Schwingkreis, bei dem Induktivität oder Kapazität im Takt einer Pumpschwingung periodisch verändert werden. Der physikalische Effekt, der hierbei ausgenutzt wird, ist als *parametrische Erregung* bekannt."³³

- "Periodisch veränderbare Reaktanzen lassen sich technisch realisieren durch Elemente (Energiespeicher) mit nichtlinearen Charakteristiken. Eine variable Induktivität kann <...> mit Hilfe eines Ferritkernes realisiert werden, indem man den Pumpstrom mit der Frequenz $2 \cdot \omega$ durch eine aufgebrauchte Primärwicklung fließen läßt und die Sekundärwicklung als Spule für den Schwingkreis mit der Mittenfrequenz ω verwendet" = Schmitt 1961: 4; ebd., 38: Ferritkern-Speichermatrix; ebd., 40: "Einschreiben" einer "1" / "0"; Schmitt 1961: 7: Fließspeicher; ebd., 16: tristabiler Bereich; ebd. 25: Mehrfachlogik; ebd., 18: Information in Form der *Phase* speichern = eine Form von Intemporalisation; ebd. 42: Schwingungsphasen für "0" und "1"; ebd., 445: Taktfrequenz

Zeit, Zahl und Frequenz

- Frequenz als Kehrwert der Schwingung; in der Zahl (Angabe im Parameter "Hz") verschwindet das Zeitereignis, das jede Schwingung ist. Als Idealfall (Sinuston) eine Schwingung ein geometrisch harmonisches Ereignis, bildlich eine spiegelhafte Umkehrung (Sinus / Kosinus). Als

33 Erich Schmitt, *Das Parametron. Theorie und Schaltkreise*, Garmisch-Partenkirchen (Moser) 1961, 3

reales physikalisches Ereignis ist eine Schwingung etwas, das in jedem kleinsten Zeitmoment einen anderen Zustand (Wert) hat. Insofern verkehrt der numerische Kehrwert das Zeitereignis der Schwingung, entzeitlicht es

- reiner Sinuston ein zeitlich fortdauernder Zustand, doch besteht er seinerseits aus Unzeit (dynamische, periodische Schwingung)

- blieben Vollzugsformen von Zeit im Realen, also zeitkritische Prozesse, als Gegenstände des Wissens im abendländischen Zeithaushalt unentdeckt, solange sie mit menschlichen Sinnen und mechanischen Instrumenten kaum meßbar waren; Leibniz ahnte die "pétits perceptions". Wenn Licht strahlte, erschien es reine Emanation und nicht Schwingungsereignisse im elektromagnetischen Spektrum. Wirklichkeiten, insofern sie aus kleinsten zeitkritischen Momenten zusammengesetzt sind, entzogen sich der symbolischen Notation. Zeitanalyse beschränkte sich lange Zeit auf umständliche Geschichtsschreibung und die Langsamkeit von Aufzeichnungen. "Erst wenn es gelingt, einen Zeitbereich ganz ohne Metaphysik oder Geschichtsphilosophie in den Frequenzbereich zu transformieren, schwindet diese Unbeschreiblichkeit" = Kittler mit Blick auf FFT, denn "sie ersetzt die Zeitachse als klassische Abszisse von Ereignisketten" (zustandekommen als Koordinate am Oszilloskop?) "durch eine Frequenzachse, <...> deren Einheit umgekehrt proportional zur Zeiteinheit ist. Auf dieser Achse erscheint alles, was auch nur eine Spur von Periodik oder Regel in den Zeitverlauf gebracht hat, als Ordinatenwert. Entsprechend effektiv ist die Datenkompression."³⁴ Doch "dafür zahlt die digitale Signalverarbeitung selbstredend ihre Buße" = ebd.

- Eingesetzt in der automatischen Sprachanalyse, muß digitale Signalanalyse warten, bis Ereignisse sich wiederholt haben; hier kommt Denis Gabors Analyse von *acoustic quanta* zum Zug - "anders wären Frequenzen als Kehrwerte der Zeit gar nicht zu messen" = Kittler ebd.; kann FFT "nicht sofort, sondern erst am Ende eines sogenannten Fensters von zehn bis zwanzig Millisekunden das erste Frequenzspektrum ermitteln" <ebd.>; dieses Ereignisfeld als quasi-stationär behandelt. "Alles Abtastwerte innerhalb dieses Fensters <...> müssen gleichzeitig zur Berechnung bereitstehen, also bis zum Ende des Fensters zwischengespeichert bleiben" = ebd.; Echtzeitanalyse Zwischenspeicherung von Gegenwart

- Erzeugung einer Zwischenfrequenz in Heterodynamischen Super-Radio

- Schwingung als Uhr: anstelle der Periodendauer T die Anzahl Perioden pro Zeiteinheit gemessen, d. h. die

34 Friedrich Kittler, *Realtime Analysis und Time Axis Manipulation*, in: ders., *Draculas Vermächtnis*. Technische Schriften, Leipzig (Reclam) 1993, 182-207 (200)

Frequenz $f = 1/T$; in der Praxis ein Zählvorgang, der insbesondere bei kurzen Perioden einfacher und genauer ist als die direkte Messung von T . Oszillatoren erzeugen häufig nahezu sinusförmige Signale der Form $f(t)$

- transzendente Zahl π von Hochleistungsrechnern auf immer weitere Dezimalstellen hin berechnet, auf der Suche nach verborgenen Periodizitäten in dieser Zahlenfolge

Akustik als zeitkritischer Medienkanal

- versetzt Chladni dünne, mit Sand bestreute Scheiben aus Glas oder Metall durch einen Bogen gleich einer Violinensaite in Vibration; *kalkuliert* Klang sich selbst als Sand (das älteste Medium von Mathematik). Klangfiguren; Darstellung der Schallwellen (einzelner Töne) überführt die Zeitlichkeit, die die Oszillation des Tons ausmacht, in eine "Gestalt im Raume", die "die Zeit ganz *augenscheinlich* organisiert" <Ritter, Fragmente, xxx, 275>. Im Ornament der "Klangfigur" das "organisiert", und zwar "augenscheinlich", was zum neuen Paradigma wird: *Bewegung in der Zeit*.³⁵ "Im Tone, dem Wort, der Sprache, der Musik, ist sie, die Zeit, ganz augenscheinlich organisiert, und die Gestalt im Raume ist nichts, als die Klangfigur dieses Tons."³⁶ Ritters Bezug auf die Klangfiguren von Ernst Florens Friedrich Chladni (publiziert als *Theorie des Klangs* erstmals 1787) - eine Visualisierung als Theorie.³⁷ „Chladnis Bildwerdung des Tons“ = Siegfried Zielinski, Archäologie der Medien. Zur Tiefenzeit des technischen Hörens und Sehens, Reinbek . Hamburg (Rowohlt) 2002, 207, die Bill Viola als „Klang der Einzeilen-Abtastung“ als Definition für das elektronische Videobild wieder aufgreift; hat Viola in seinem frühen Aufsatz *Der Klang der Einzeilen-Abtastung* daran erinnert, daß die zeitbasierte Technik des Fernseh- und Videobilds auf lineare Signalabtastung in Schallplatte und Tonband zurückgehen; existiert Musik als Abfolge akustischer Ereignisse nur in der Zeit; Honke Rambow, Rhythmus, Zeit, Stille, in: Kunstforum International Bd. 151 <Jahr???, 179-184. "Musikalisch gesprochen, ist die physische Erscheinung einer Sendung eine Art von Gesumme. Das Videobild wiederholt sich ständig selbst ununterbrochen im gleichen Frequenzbereich" = Viola 1993: 26

- Fernsehen als sonisches Zeiterlebnis: "You are drawn into that tube, as an inner trip. You´re totally involved. You have no objectivity, no distance. And it is acoustic. It resonates. But this is a hidden ground, because superficially people think they´re looking at a visual program. And they´re

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

36 Johannes W. Ritter, Fragmente aus dem Nachlasse eines jungen Physikers. Ein Taschenbuch für Freunde der Natur, Heidelberg (Mohr & Zimmer) 1810; Nachdruck Hanau (Müller & Kiepenheuer) 1984, 275

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

not. They´re not looking at all - they´re absorbed, involved in a resonating experience."³⁸

- Werbe-Flyer unter dem vielversprechenden Namen *Timetechnik* für TV-Reparaturdienst

- speichern Cassetten-Mitschnitte der Bochumer Vorlesungen von Vilem Flusser dementsprechend nicht die Schrift seiner Notizen an der Tafel, sondern deren Kratzspuren

- Klang als Frequenzereignis für menschliche Ohren ein Interface zum *rechnenden Raum* (Konrad Zuse)

- bezeichnet Heinrich Hertz die von ihm eingesetzten Detektoren für elektromagnetische Wellen als "Resonatoren": "An die Stelle der Stimmgabel <sc. in Helmholtz' Akustik-Versuchen> setzen wir den schwingenden Leiter. Anstatt des Resonators ergreifen wir unseren unterbrochene Draht, den wir aber auch als elektrischen Resonator bezeichnen" = Heinrich Hertz, Über die Beziehungen zwischen Licht und Elektrizität [*1889], in: Hans Wußing (Hg.), Über sehr schnelle elektrische Schwingungen. Vier Arbeiten (1887-1889) von Heinrich Hertz (= Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, Bd. 251, 2. Aufl. 1996), <Nachdruck> Frankfurt/M. (Harri Deutsch) 2002, 97-115 (109)

- Herbert Marshall McLuhan, Kultur ohne Schrift, in: Martin Baltes / Fritz Böhler / Rainer Höltzschl / Jürgen Reuß (Hg.), Medien verstehen. Der McLuhan-Reader, Mannheim 1997; meint „acoustic space“ nicht schlicht Sound und Musik, sondern eine spezifische Form elektronischer Umwelt - das Feld der Resonanzen. "Der akustische Raum hat kein Zentrum. Er besteht aus unbegrenzten Resonanzen, die in zufälligen Folgen aufscheinen"³⁹ - also Ereignisse in der Zeit, Oszillationen, Frequenzen. "Die Elektrizität besitzt die gleichen Eigenschaften wie die akustische Welt" = ebd., 178; Räume von der akustischen Dimension her zu denken öffnet den Zugang zu zeitbasierten Prozessen - "die Signatur des neuen Medienzeitalters"⁴⁰

- gilt auch im (elektro-)akustischen Raum die Unhintergebarkeit von Materie (mechanische Druckwellen) und Hardware, so verborgen sie sich auch zugunsten scheinbar immaterieller Effekte geben mag - akusmatisch,

38 McLuhan im Interview mit Jerry Brown, in: The CoEvolution Quarterly, Winter 1977/78, zitiert in: Letters of Marshall McLuhan, selected and edited by Matie Molinaro / Corinne McLuhan / William Toye, Toronto / Oxford / New York (Oxford UP) 1987, 177

39 McLuhan, The Global Village 1995: 172

40 Frank Hartmann, Instant awareness. Eine medientheoretische Exploration mit McLuhan, in: Soundcultures. Über elektronische und digitale Musik, hg.v. Marcus S. Kleiner / Achim Szepanski, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2003, 34-51 (35)

von Michel Chion in *Audio-Vision* als „sound one hears without seeing their originating cause“ definiert; drängen Geräusche nach räumlicher Lokalisierung; vermag Echolokation Sehen zu ersetzen; Zukunft sonischer Suchmaschinen als Interface zum Datenstrom des Internet; *tweetscapes* Projekt Deutschlandradio, Sonifikation der Frequenz von Kurznachrichtenkommunikation *online*

- Kommentar zur Installation *Klangfeld* von Christina Kubisch in der Hörgalerie der Berliner Parochialkirche: "Wo nicht mechanische Objekte Klang erzeugen, dient die Lautsprechermembran als Mittler zwischen der elektronischen Welt der Datenspeicher und der akustischen des Hörens. Versteckt man sie, erscheinen ihre Klänge unweigerlich als Illusion, ohne eigenen Ort frei im Raum, plziert man die Lautsprecher sichtbar in der Installation, werden sie unweigerlich optischer Bestandteil derselben"⁴¹ - und damit einsichtig

- Aufgabe von Medientheorie, inhärentes, intrinsisches Medienwissen diskursiv nicht zu verdoppeln, sondern überhaupt erst zu explizieren; durch Verschiebung des epistemologischen Fokus den theoretischen Mehrwert fassen respektive medienwissenschaftliche Funken daraus schlagen

- buchstäbliches *lay-out* von Lautsprechern in der sogenannten akustischen Laufzeit-Tomographie für lokale Wetterprognosen, welche analog zum Begriff der bildgebenden Verfahren (*imaging*) ein tongebendes Verfahren (sozusagen *sounding*) darstellt. Das von Meteorologen der Universität Leipzig entwickelte Meßsystem besteht aus acht Trichterlautsprechern und zwölf Mikrofonen, ein bis zwei Meter über dem Erdboden installiert. Auch hier Rasterfahndung, akustisch, denn dieses Netzwerk aus Meßpunkten überstreicht eine Fläche von 300 x 700 Metern. Über die Lautsprecher werden alle 30 Sekunden ein kurzes Schallsignal abgegeben. Mikrophone fangen die Signale auf; auf diese Art können zeitliche und räumliche Veränderungen der Laufgeschwindigkeit des Schalls gemessen werden = <ubi> Lautsprecher für Wetterprognosen. Lokale Vorhersagen mit der akustischen Laufzeit-Tomographie, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 139 v. 19. Juni 2002, N2; erinnert an die akustischen Verzögerungsspeicher der ersten Computergeneration, die Verzögerung von Schallübertragung selbst als Zwischendatenspeicher benutzten; akustische Laufzeit-Tomographie läßt kurzfristig lokale Wetterprognosen zu, weil die Laufzeit des Schalls (dessen Langsamkeit ihn als Nachrichtenübertragungsmedium im Vergleich zum Licht / zur Photonik ungeeignet macht) besonders durch Lufttemperatur und Wind beeinflusst wird. Ein Abgleich der so gewonnenen Daten mit Modellvorhersagen läßt damit einen drohenden Wetterumschlag ebenso rasch erkennen wie die Luftverwirbelung von startenden oder landenden Flugzeugen messen

41 Volker Straebel, Geheimnisvoll materiell, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 126 v. 4. Juni 2002, BS 4

- Akustik ein radikal zeitkritisches Ereignis im Übertragungsanal; technotraumatisch am in kurzer Zeit vom Edinsonschen Phonographen zum Grammophon konvertierten Medium nicht nur die Speicherbarkeit flüchtiger Töne, sondern ihre Zeitachsenmanipulation als Signal; asymmetrisch dazu nonlineare Montage in Kinematographie; Friedrich Kittler, Time Axis Manipulation, in: ders., Draculas Vermächtnis. Technische Schriften, Leipzig / Stuttgart (Reclam). Zeit als Funktionen von Apparaten, die - analog zu *bildgebenden* Verfahren - Bewegung nicht schlicht messen und in Zeit-Containern aufheben (speichern), sondern selbst in Vollzug setzen

- reißt für einen Moment in Film *The Matrix* (R: Wachowski Brothers, USA 1998) der Datenschleier aus Codes auf, erscheint dahinter die Ruine der materiellen Welt; Protagonist Neo besucht dort nämlich im Computerlab den Dekodierer, den menschlichen Monitor der Matrix. „Ist das die Matrix?“, fragt er. „Ja.“ / „Und Du siehst sie Dir nur kodiert an?“ Es geht gar nicht anders, lautet die Antwort, denn als Bildstream wäre sonst zuviel an Daten parallel zu verarbeiten; dann noch ein Nachsatz: „Ich sehe gar keinen Code mehr. Ich sehe nur noch Blonde, Rote, Brünette“

Akustik als sinnlich wahrnehmbare Medientheorie

- macht Frieder Nake anhand des taktilen Interface zwischen Mensch und Computer - der Eingabe an der Tastatur (oder Mausbewegung) - deutlich, daß in diesen Momenten eine Zeichen-Signal-Transformation vonstatten geht; legt dabei den beide Begriffe gleich einleitenden Buchstaben zugrunde, als Kopplung von Semiotik (Semiose) und Signalverarbeitung: "Sobald <...> die Taste bestätigt ist, wird aus dem Buchstaben "S", den wir angeschlagen hatten, und der für uns als Teil eines längeren Wortes einen Sinn besaß, ein Signal. Alle Bedeutung, die wir dem Zeichen zumessen, fällt von ihm ab beim Durchgang durch das Interface. Nichts bleibt als der Code"⁴² - eine medienarchäologische Kur, die Entschlackung von aller hermeutischen Aufladung. Ein trivialer, weil determinierter Prozeß: "Das externe Zeichen wird beim Durchgang durch das Interface zum internen Signal, das zu einer vorbestimmten Manipulation führt" <ebd.>; umgekehrt können wir (Menschen) bei der Ausgabe des Signals nicht umhin, es zeichenhaft zu interpretieren. Je nach Perspektive findet also bei Mensch-Computer-Interaktion eine unsymmetrische Semiose (der menschliche Blick) oder eine Realisierung, die Verwandlung von Zeichen in physikalische Impulse (der Blick des Computers) statt

- vermag von Kempelens Sprechmaschine mit jeweils distinkten Operationen nicht allein Vokale, sondern auch stimmlose Konsonanten sowie Zischlaute hervorzubringen; Reich der Vokale eines der periodischen Schwingungen, also in Frequenzen verzifferbar, das der Konsonanten eines der

42 Frieder Nake, Begegnung mit Zeichen. Informatik Medium Design, in: Entwerfer. Jahrbuch 4 der Hochschule für Bildende Künste Braunschweig, hg. v. Holger van den Boom, Köln (Salon) 2000, 174-186 (183)

aperiodischen Artikulation; fällt die symbolische Sprachordnung des Vokalalphabets im Maschinenwerden auseinander; wird Sprache auf einer noch viel differenzierteren und präziseren technischen Analyse ihrer phonetischen Bestandteile aufzeichnenbar; technisch übertragbar (also buchstäblich *telephonisch*) wird sie, wenn einmal Frequenzen an die Stelle von kruden Buchstaben treten. An die Stelle kosmischer Harmonien ganzzahliger Verhältnisse und die reine Mechanik tritt die Frequenz. Einmal von ihren Schwingungen her begriffen, wird die lautliche Artikulation zeitkritisch und ermöglicht eine Allianz mit oszillatorischen Übertragungsmedien selbst. Vater von Alexander Graham Bell, dem amerikanischen Erfinders des Telefons, Alexander Melville Bell, propagiert 1864 eine *visible speech*, und die Motivation zu Thomas Alva Edisons Phonographen von 1877 war die Entwicklung einer technischen Lautschrift, die nicht mehr aus dem symbolischen Reich der Codes, sondern aus der Materie des Klangs selbst entwickelt wird - was allein Apparaturen vermögen, die nicht in erster Linie einer kulturtechnischen Logik folgen

- braucht "Musik" gar nicht mehr auf Magnetband, Schallplatte oder eine Compact Disc gespeichert zu sein, sondern es reicht - wie bei digitalen Bildern -, wenn der generative Algorithmus irgendwo gespeichert ist, der das Stück je neu zu generieren vermag; bedarf es für die (Zwischen-)Lagerung eines Algorithmus seinerseits unhintergebar eines Speichermediums

- können mit mathematischen Gleichungen im digitalen Raum alle Parameter von Musik adressiert werden⁴³; Steve Reichs Komposition *Different Trains* durchschlägt: akustische Erinnerung an vergangene Zugreisen, O-Töne der Eisenbahnen (*train sounds*) als Kommentar anderer Zeiten, konkurrierend mit den Stimme von Zeitzeugen (*voices of train porters*); machen Differenzen im Zugeräusch hier den ganzen Unterschied für historische Epochen; hat Reich dieses Material durch ein Sampling Keyboard gewandelt, ein Tasteninstrument, das Klänge aus natürlichen Quellen digital abtastet und speichert; Macintosh-Computer dient ihm dazu, "um alles zu organisieren"⁴⁴. Sampling als genuin medientechnische Form von Kulturanalyse, im Unterschied zu klassischen Formen des Zitats oder der Wiederholung. Keine narrativen Allegorien, das Reale der Signalaufzeichnung und Berechnung durchmißt die Zeit/Räume, kulminierend in einer Aussage, die kein Text, sondern allein das elektronische Medium zu machen vermag: Rauschen, *immediat*.⁴⁵ "Die wirklichen Zugeräusche, das ist alles"; "die Hingabe an den musikalischen" oder besser: klanglichen "Prozeß ermöglicht eine Lenkung

43 Friedrich Kittler, Musik als Medium, erschienen in: Bernhard J. Dotzler / Ernst Müller (Hrsg.), *Wahrnehmung und Geschichte. Markierungen zur aisthesis materialis*, Berlin (Akademie-Verlag) 1995, 83-99, bes. 84

44 "Vorwärts und zurück. Steve Reich im Gespräch" mit Gisela Gronemeyer, in: MusikTexte 26 (Köln, Oktober 1988), 11-15, hier: 11f

der Aufmerksamkeit weg vom *Er, Sie, Du* und *Ich* hinaus zum *Es*⁴⁶ -
medienarchäologisches Gehör

- Aufstieg des Rauschens selbst zum Signal; befreien solche Sequenzen sich von der „Ideologie der Kommunikation“, haben sie nichts mehr mitzuteilen, sondern liegt ihre Aussage „als reine Felder von Zeitlichkeit“ <Charles 1984: 119f>; treibt Xenakis die serielle Musik dadurch über sich hinaus, daß er unter Rückgriff auf die Wahrscheinlichkeitsrechnung statistische Häufungen, *cumuli*: also Wolken als Klangklima aufziehen läßt; wird Klang „aus dem Inneren des Klangstoffes oder -materials solch solchem heraus“ generiert, ganz so, wie in einem Video aus dem Prado-Museum in Madrid im Vorspann sich das Wort VISUAL aus dem elektronischen Bildrauschen kristallisiert

- mußte Mallarmé mit seinem kühnen Würfelwurf noch im Reich des Symbolischen, der buchstäblichen Literatur verbleiben; (er)löst die stochastische Annäherung an das Rauschen die Musik - „endlich“ von der Literatur, um sie von der Physik aus neu zu genieren = Charles 1984: 99 f., zugunsten einer "Epistemologie des Unregelmäßigen" <ebd., 119>

Algorhythmik

- Wesenszug der Turing-Maschine die Struktur ihrer Programmierung: "Die Automation ist nicht eine Erweiterung der mechanischen Prinzipien der Aufteilung und Trennung von Handlungen." Wirklich nicht? Algorithmus ist Zergliederung eines Problems, analytisch. "Sie bedeutet vielmehr den Einbruch der Unmittelbarkeit der Elektrizität in die mechanische Welt. <...> Die sofort gegebene Synchronisation von zahlreichen Handlungen bedeutet das Ende der mechanisch-schematischen Reihung von Handlungen in linearer Abfolge" <McLuhan 1968: 378>; genau aber dies ist das operative Prinzip der von-Neumann-Architektur. Automation = "Kybernation". "Dasselbe gitl für alle Strukturen von Servomechanismen mit Rückkoppelung. Die Energiequelle ist von der Verarbeitung oder Vermittlung von Information oder der Anwendung von Wissen getrennt" <379>. "Die Rückkoppelung bedeutet das Ende der Linearität, die im Westen mit dem Alphabet und den kontinuierlichen Formen des euklidischen Raumes aufkam" <384>

45 In diesem Sinne die Hausarbeit des Mediengestalters Justus Wunschik, *Die informationsentleerte Klanginstallation. Über Störung und Rauschen im 21. Jahrhundert* zum Seminar *Störung, Rausch(en), Entertainment* (W. E., Bauhaus-Universität Weimar, Wintersemester 2001/02), als *Radiobeitrag*.

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

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

- verfolgt Georg Trogemann "das Zeitbasierte in der Programmierung und den Algorithmen. Mithilfe der Akustik lassen sich Zeitstrukturen viel besser herausarbeiten, als zum Beispiel am Bild. Time-reversed acoustics interessiert mich auch deshalb, weil es ein Wellenmodell des Rechnens (im Gegensatz zum Teilchenmodell des Digitalen) sein kann" = zu Vorlesung *Schall und Rauch*; Mitteilung September 2003; mithin *Analog computing*

Kinematographie und Typographie

- für McLuhan die schriftliche Zeile - deren Linearität Vilém Flusser in seiner Schriftgeschichte zum zentralen Argument macht - entscheidend für die Ausrichtung der menschlichen Wahrnehmung von Zeit, für die "Einstellung auf den Zeitsinn" (den es als natürlichen Sinn nicht gibt) = Marshall McLuhan, *Die Gutenberg-Galaxis. Das Ende des Buchzeitalters*, Düsseldorf / Wien (Econ) 1968, 81

- Kinematographie noch auf Seiten der Typographie; "die Mechanisierung der Schreibkunst <...> stellte die erste Übersetzung einer Bewegung <sc. Handschrift> in eine Reihe statischer Momentaufnahmen oder Teilbilder dar. Die Typographie hat starke Ähnlichkeit mit dem Film: denn die Lektüre eines Buches versetzt den Leser in die Rolle eines Filmprojektors", stroboskopisch = McLuhan 1968: 172; unterscheidet sich der kinematische Akt des Lesens (das *rapid eye movement* im zeilenförmigen Lesen) von der Natur der Zusammensetzung eines Bewegungseffekts durch leicht gegeneinander differenzierte Einzelbilder (Chronophotographie)

Echtzeit-Poesie (Guslari)

- "Das Lesen eines vokalischen Alphabets entspricht also nicht <...> einer <...> Tätigkeit des Dechiffrierens, sondern es gleicht vielmehr dem automatisierten Durchschleusen von Zeichenfolgen durch eine Art Gitter oder mentalen Filter, der <...> rigoros auf der Ebene unbewusster Operationen koordiniert wird" <Kerckhove 1995: 61> - ein zeitkritischer Akt im subsemantischen, subkulturellen Raum, losgelöst von allem Inhalt

- Ermöglichung hochtechnischer Meßmedien, sprachliche Artikulation in ihre Frequenzen und Spektren zerlegen (also analysieren) zu können; sieht McLuhan das Erkenntnispotential der elektronischen Medien(kultur): "Today, with the oscillograph, tape recorder, and various electronic devices, speech is being felt in depth and discovered in its structural multifacetedness for the first time in human history" = McLuhan/Fiore 1967a, 282. Für symbolische Notation (Alphabet wie Notenschrift, aber auch für das Phonetische Lautschriftalphabet?) gilt: "Die alphabetische Form ist <...> ungeeignet für Simultaneität und Strukturbewußtsein <...>. Von den Eigenschaften der Rede kann sehr wenig vermittelt der schriftlichen Form

eingefangen werden, nur gerine Nuancen, sehr wenig vom Drama und der Aktion der Rede <...>. Aber <...> mit dem Oszillographen, dem Tonband und den verschiedenen elektronischen Geräten, fühlt man die Red ein ihrer Tiefe <...>."47 Anders als die musikalische Transkription von Bela Bartok es für die Tonaufnahmen von Milman Parry und Albert Lord leistet, zielt die elektromagnetische Aufnahme auf die Analysierbarkeit durch elektronische Meßmedien, als eine Analyse der kulturellen Artikulation ganz anderer, genuin medienarchäologischer Art; kommen zeitkritische Meßmedien ins Spiel, denn "damit <...> verstrickt sich <...> die Frage der Erkenntnis von Medien unauflösbar mit der Frage der Erkenntnis durch Medien"48 Neurowissenschaft insbesondere; verschiedene Erkundungsmedien zeitigen hier verschiedene Evidenzebenen. Die Elektroenzephalographie (EEG) vernetzt den Kopf mit Elektroden und vermag damit in erster Linie die Gehirnaktivität der Großhirnrinde zu vermessen; vgl. Logik-Analysator für den Computer; Adrians Elektrophysiologie in Cambridge; Magnetenzephalograph (MEG), der Gehirnaktivität magnetisch registriert. Funktionale Kernspintomographie hingegen (fMRI) und Positronenemissionstomographie (PET) mißt die Stoffwechselaktivität von Substanzen, in der sich bewußte Gehirnaktivität als Energiebedarf manifestiert

- "Professor Lord´s book, like the studies of Milman Parry, is quite natural and appropriate to our electric age, as *The Gutenberg Galaxy* <Untertitel: the Making of Typographic Man> may help to explain. We are today as far into the electric age as the Elizabethans had advanced into the typographical and mechanical age" = Prolog zu McLuhan 1962; zum wirklich "angemessenen Ausdruck unseres elektrischen Zeitalters" (McLuhan) aber wird die Echtzeit-Poesie der Guslari erst auf Magnetton, denn was McLuhan hier global korreliert (die Epoche der mündlichen Dichtung / das elektrische Zeitalter) wird zum Kurzschuß, zum präzisen Moment der Transition in der Konfrontation eines Guslars mit dem Tonaufzeichnungsgerät. Wenn epische Gesänge der Guslari nicht mehr philologisch transkribiert werden (der eigentliche Zweck von Milman Parrys Aufnahmen im Direktschnitt auf Aluminiumscheiben, sondern in ihrer Unmittelbarkeit vom Tonträger gehört werden, ist dieses Klangereignis nicht (wie seine Verschriftlichung oder Notation durch Bartók) mehr der grammatologische Tod der oralen Poesie, sondern ihre tatsächliche Wiederholung, eine Gleichursprünglichkeit (aus Perspektive unserer Sinne) - ein anderes (Kulturgeschichts)Moment. Erst mit einem solchen Apparat wird das Moment des Vortrags formelhafter mündlicher Dichtung (Pro- und Retention) wirklich als zeitkritisches analysierbar.

47 Marshall McLuhan, *Testen, bis die Schlösser nachgeben* [*1967], in: ders., *Das Medium ist die Botschaft = The medium is the message*, hrsg. u. übers. von Martin Baltes et al., Dresden (Verl. d. Kunst) 2001, 55-107 (77)

48 Oliver Lerone Schultz, *Marshall McLuhan - Medien als Infrastrukturen und Archetypen*, in: Alice Lagaay / David Lauer (Hg.), *Medientheorien. Eine philosophische Einführung*, Frankfurt/M. u. New York (Campus) 2004, 31- (61)

- Satz aus Lords Buch, der McLuhan entzückt: "Das gesprochene oder gesungenen Worte, 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

- David Linden, Das Spiel der "Brain Players". Rhythmen im Gehirn, in: Junge Akademie Magazin (Berlin), 16f, über Neurofeedback

- Martin Ebeling, "Verschmelzung und neuronale Autokorrelation", *abstract* zum Vortrag Kassel: "Die Zeitreihenanalyse des neuronalen Codes durch eine Autokorrelation in Autokorrelationshistogrammen zeigt Maxima für Perioden, die den empfundenen Tonhöhen entsprechen"

- euklidischer Raum der klassische Physik und das kartesische Ideal von Vernunft und analytischer Geometrie sind laut McLuhan eine direkte Funktion des phonetischen Alphabets <McLuhan 1992/1995: 7>; an die Stelle dieses Weltbilds fester Raum- und Zeitrahmen tritt in der Epoche elektromagnetischer Induktion eine Ästhetik dynamischer Prozesse. McLuhan beschreibt es 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.>. McLuhan zitiert de Broglie weiter, zu genuiner Medienerkenntnis als Funktion von Meßtechniken: "Etwas Ähnliches ereignete sich, als die Physiker Meß-Methoden für sehr kleine Distanzen fanden. Man entdeckte, daß es nicht mehr möglich war, das alte Modell zu gebrauchen, welches annimmt, daß die / Meßtätigkeit darin besteht, ein `Materie` genanntes Etwas in eine Reihe von Stücklein aufzuteilen, jedes mit bestimmten Eigenschaften: Größe, Gewicht oder Lage. <...> Das Wort Atom oder Elektron wird nicht als eine Bezeichnung für ein Teilstück verwendet. Es wird gebraucht als Teil einer Beschreibung der von den Physikern gemachten Beobachtungen. Es hat nur dann einen Sinn, wenn es von Leuten verwendet wird, die die Experimente kennen, durch die es in Erscheinung tritt" = de Broglie, zitiert von McLuhan 1992/1995: 7 f.

- jenseits des vom diskreten Alphabet epistemisch suggerierten Atomismus. "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 nach McLuhan: 8

Über Elektrizität im Buchdruck schreiben? Die performative Aporie

- schwingt im elektromagnetischen Raum nicht menschliche Stimme, wird vielmehr als Modulation übertragen; NF-Frequenzen den HF-Frequenzen aufgeprägt, also in/formieren, eine variable Form dem gleichmäßigen HF-Signal aufdrücken - Extension der Fritz Heiderschen Form/Medium-Differenz, hier im gleichen Medium (der elektromagnetischen Wellen); womöglich ist die Trennung von Trägerfrequenz und Modulation selbst eine metaphysische: "Betrachtet man jedoch die Schwingungen eines Trägers

als Sonderfall der Modulation," - ganz wie der Rechteckimpuls ein Sonderfall, eine Zuspitzung der fourieranalyisierbaren komplexen Schwingungen ist - "so ist es selbstverständlich, daß beide Fälle nach der gleichen allgemeine Theorie behandelt werden können. Der Verfasser schlägt vor, den Grenzfall des schwingenden Trägers als *Grenzmodulation* zu kennzeichnen" = H. Raabe, Untersuchungen an der wechselzeitigen <! > Mehrfachübertragung (Multiplexübertragung), in: Elektrische Nachrichtentechnik Bd. 16, Heft 8 (1939), 213-228 (216); dergleiche elektromagnetische Signalraum, den auch der Webster Wire Recorder aufzeichnet; kollabiert die kulturtechnische Differenz und Gegenüberstellung von Mündlichkeit / Schriftlichkeit mit Radio / Magnetophon; mit im Akt der Magnetophonie ebenso gespeichert und übertragen wie im Radio, Unterschied in Akzentuierung lokale Speicherung / Übertragung; stammt Oberlin Smiths Patent von 1888 aus der Übertragungsketchnik des elektrischen Telephons und führt zum Magnetton; Anrufbeantworter stimmorientiert, aber zeitverzogen: Verkreuzung von Übertragung und Speicherung

"Der Klang der Einzeilen-Abtastung" (Video)

- Eskalation in den Signalraum; werden mit elektronischer Filmabtastung einzelne photographischen Bilder selbst in Zeit aufgelöst, mit dem elektronischen Fernsehen (respektive Video); eigentliche *Medienbotschaft* des Fernsehbildes "nicht das Moderatorenverhalten in Fernsehshows", sondern seine (im Sinne der Videobild-Definition Bill Violas) zeitliche Wesenheit

- machines are for engineers what rhetoric is for the humanities; temporality of media itself a possible approach to defines "liveness" of technological media (Kommunikation M. A. Bleeker, März 2010)

- von Marshall McLuhan definierte Botschaft der elektronischen Übertragungsmedien im Zeitfeld "live"; demgegenüber die Zeitbotschaft der nachträglichen Kommunikationsmedien in der Zeitversetzung: von "live on tape" bis zu den "streaming media on demand"

- "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 ausgenützt werden können" = Max Bense, Kybernetik oder die Metatechnik einer Maschine, in: ders., Ausgewählte Schriften, 2. Bd., Stuttgart/Weimar 1998, 429-446 (440)

- elektronisches Fernsehen für Norbert Wiener modellbildend: der Prozeß der Bildabtastung in ultraschneller Zeit, welche die menschlichen Sinne nicht nur wie Kinematographie als Bewegungssillusion 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"⁴⁹ - der ganze Unterschied zwischen Leibniz' gewöhnlichen Differentialgleichungen und den partiellen Differentialgleichungen von Leonard Euler; in diesem Sinne Rieger 2003: 53. Dazwischen die Nipkow-Scheibe, in ihrer Halbmechanik: Hier ist die Bildpunktmenge noch kalkulierbar; anders aber steht es für die Bilder und Halbbilder des elektronischen Fernsehens, zumal die Elektronik auf Seiten der Verarbeitungsgeschwindigkeit der Maschine steht, dergegenüber die Nervenreizgeschwindigkeit des Menschen zurückbleibt

- Nähe der vokaltongenerierenden Lochsirene von Helmholtz' zur Nipkow-Lochscheibe

- "Das Videobild ist ein stehendes Wellenmuster elektrischer Energie, ein Schwingungssystem, das sich aus spezifischen Frequenzen zusammensetzt."⁵⁰ Was wir auf der Kathodenstrahlröhre sehen, ist die Spur eines einzelnen, beweglichen, fokussierten Lichtpunkts aus einem Elektronenbündel. „Beim Video gibt es kein unbewegliches Bild“ <ebd., 20>, wie wir auf jedem angehaltenen Videobild, im Moment der STOP-Taste, als Flimmern erkennen - weshalb solche Bilder auch *zeitbasiert* heißen. Recht eigentlich gibt es also gar kein Video-Still. Quelle dieser ständigen Bewegung ist der aktivierte, ständig schweifende Elektronenstrahl - „der ständige Strom elektrischer Impulse aus der Kamera oder aus dem Videorecorder“, d. h. *live* oder aus dem Speicher. Auf dieser medienarchäologischen Ebene setzt das *streaming* der Bilder (etwa im Internet) an, nicht erst auf der Ebene der Bildfolgen. „Die Aufteilungen in Zeilen und Rahmen sind nur zeitliche Aufteilungen, die Öffnung und Schließung zeitweiliger Fenster, die die Perioden der Aktivität innerhalb des Elektronenstroms abgrenzen“ <ebd.> - rein differentiell. „Mithin ist das Videobild ein lebendes dynamisches Energiefeld, eine Schwingung, die nur deshalb als fest erscheint, weil sie unsere Fähigkeit übersteigt, solche feinen Zeitabschnitte zu unterscheiden.“

- registriert McLuhan eine "auditive Neigung zu `Feld`theorien, im Unterschied zur "einspurigen Linearität" der abstrakt visuellen griechischen Vorstellungen = McLuhan 1968: 82; zugleich seine Kritik an Shannons Kommunikationsmodell, das er als lineares (Sender zu Empfänger) liest und dessen notorisches Diagramm er in im Center for the Study of Technology and Culture der Universität von Toronto aufhängt⁵¹

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

50 Bill Viola, Der Klang der Ein-Zeilen-Abtastung, in: Theaterschrift 4: The Inner Side of Silence, Brüssel (September 1993), 16-54 (18); urspr. publiziert in: Dan Lander / Micah Lexier (Hg.), Sound by Artists, Art Metropole & Walter Phillips Gallery, Canada, 1990

51 Dazu Graeme H. Patterson, History and Communication, U Toronto P 1990, 98

(Hemi)Sphären

- Kommunikationsmodelle der westlichen Welt - wie das Modell Sender - Kanal - Empfänger von Shannon und Weaver - linear, sequentiell und logisch. "Für den Gebrauch im elektrischen Zeitalter ist aber ein an der rechten Hemisphäre des Großhirns orientiertes Kommunikationsmodell erforderlich, um den "schlagartig-alles-auf-einmal"-Charakter der Informationen darzustellen, die sich in Lichtgeschwindigkeit bewegen"⁵² - eine Zuspitzung auf zeitkritische Prozesse hin

- sieht sich McLuhan bestätigt durch Forschungsbericht an die Amerikanische Gesellschaft für Meinungsforschung, ein Produkt der Forschungsabteilung von General Electric aus der Feder von Herbert Krugman; Experimente, durchgeführt für eine auf Fernsehwerbung spezialisierte Agentur, als Test für McLuhans Theorie vom technischen Medium selbst als Botschaft: "Das Konzept für die Spots der Agentur basierte auf der Erkenntnis, daß die Zuschauer sich Bruchteile von Eindrücken eingprägten, die durch Wiederholung vertieft wurden. Krugman testete die Reaktion der Fernsehzuschauer, indem er ihre Gehirnströme maß <...> ein weitaus verlässlicherer Indikator für Reaktionen als die Veränderung von Pupillen, Herzschlag oder Atmung. So sind Deltawellen ein Zeichen für Entspannung <...>, Betawellen hingegen ein Zeichen für Wachsamkeit und Erregung. Krugman befestigte eine winzige Elektrode am Hinterkopf seiner <...> Sekretärin und zeichnete ihre Gehirnwellen auf, während sie Werbeanzeigen in einer Zeitschrift und anschließend eine Reihe von Werbespots im Fernsehen betrachtete" = Marchand 1999: 324; Anzeigen im Printmedium lösten schnelle Wellen aus; die Fernsehwerbung führten zu langsamen Wellen. "Die grundlegende elektrische Reaktion des Gehirns richtet sich mehr nach dem Medium als nach den Inhalten der Fernsehwerbung oder dem, was vor McLuhan normalerweise als Werbebotschaft bezeichnet worden wäre", resümiert Krugman ausdrücklich.⁵³ Subliminale, also zeitkritische Manipulation setzt hier an - Leibniz' *petites perceptions*

- Was geschieht wirklich, wenn der Augen-Blick auf den TV-Bildschirm trifft? tastet das Auge anders als die elektronische Kamera (periodischer Zeilenumbruch) die Bildfläche in kleinen Sprüngen (Sakkaden) als schnelle Bewegungen ab, wobei nicht alle Bildpunkte gleichmäßig angesteuert, sondern einige Bildbereiche gehäuft betrachtet werden. Die Verweildauer (Fixation) dauert 200-400 Millisekunden. Im Akt des Lesens verdichtet sich dieser Blickfang; das Auge springt mit 5,7 bis 9,2 Saccaden/sec. über den Text. Dem entspricht beim Lesen am Fernsehbildschirm nur eine Frequenz von einer Saccade/sec.; hier kommt der diskrete technische Bildaufbau

52 Einleitung zum Kapitel "Das resonnierende Intervall", in: McLuhan / Powers 1995, 25-36 (25)

53 Herbert Krugman, Brain Wave Measures of Media Involvement, in: Journal of Advertising Research, Februar 1971, hier zitiert nach: Marchand 1999: 325

zum Zug: "Das Auge findet bei dem ständigen, punktwisen Neuaufbau der Monitorbilder keine ausreichend festen, lange genug anstuerbaren Anhaltspunkte."⁵⁴; Philipp von Hilgers / Axel Rochs *Mind Reading Machine*

- entsprechen Sakkaden als willkürliche Blickbewegungen Norbert Wieners Bild vom un stetigen Fortgang des Betrunkenen auf dem Trottoir; die mathematische Antwort auf dieses Zickzack sind die Zeitreihenanalyse und Ergodik. "Offensichtlich bewegen sich die Augen nach einem vorhersagenden Plan, der <...> entscheidet, wohin die Augen sich, und in welcher Reihenfolge (Sequenz) bewegen sollen. Dieser Plan liegt *im Prinzip* schon *vor* der Bildbetrachtung im Gehirn vor und wird der Situation und Aufgabe jeweils angepasst"⁵⁵; dem paßt sich der errechnete *scan path* an

- werden die optischen Signale von der Retina in Nervenleitungen weitergegeben, damit Nachrichtenübertragung, analog zur Telegraphie (wie es schon Ernst Kapp und Hermann von Helmholtz in Vorwegnahme McLuhans formulierten): Kapp / Helmholtz über Analogie Nervenleitungen / Telegraphie

- sensorische Definition von Gegenwart: "Sinnliche Empfindungen kommen zu Stande, indem äussere Reizmittel auf die empfindlichen Nervenapparate unseres Körpers einwirken, und diese in Erregungszustand versetzen."⁵⁶; gilt technikseitig für Sensoren. "So geschieht es z. B., dass eine Farbe, die zu einem Zeitpunkt t verarbeitet wird, mit einer Bewegung zusammengebracht wird, die zu einem Zeitpunkt t+1 geschieht. Aus der Perspektive der Realzeit kann man also sagen, dass Vergangenheit nur eine Täuschung ist"⁵⁷; wird auch die Verknüpfung unterschiedlicher visueller Informationen, die das Hirn innerhalb eines Zeitfensters von 100 Millisekunden wahrgenommen hat, zu einem zeitkritischen Risiko vor dem Hintergrund der Tatsache, daß ein Nervenimpuls lediglich 0,5 bis 1 Millisekunde benötigt, um von einer Zelle zur anderen zu wandern <ebd.>.

54 Manfred Schweres, Bildschirmtexte wenig einprägsam, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 8 v. 10. Januar 2001, N3, unter Bezug auf den Informatiker Uwe Buermann, in: Computer-Fachwissen, Heft 10/2000

55 Joystone Gbadamosi / Wolfgang H. Zangemeister, Visual Imagery in Hemianopic Patients, in: Journal of Cognitive Neuroscience 13-5 (2001), Hier zitiert nach: Gabriele Leidloff, log-in/locked out. Ein Forum zwischen Kunst und Neurowissenschaft, Montagekatalog o. J.,

56 Hermann von Helmholtz, Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik, Braunschweig 1863; Nachdruck Frankfurt/M. (Minerva) 1981, 13

57 Semir Zeki, Farbe, Form, Bewegung - Zur Verarbeitung des visuellen Wissens im menschlichen Gehirn, in: Weltwissen / Wissenswelt, hg. v. Christa Maar, Hans Ulrich Obrist u. Ernst Pöppel, Köln (DuMont) 2000, 170-174 (171)

So kommt es im Synchronisationsversuch des Hirns zu "falschen" Verbindungen ("Einbildungen" in diesem Sinne)

- liegt Zukunft in Umgehung der graphischen Schnittstelle selbst, wie es der Film *Strange Days* (USA 1995, R Kathryn Bigelow, Drehbuch James Cameron) andeutet, wo eine netzartige Bedeckung auf dem Kopf namens *Squid* (Supraconductive Quantum Interference Device) als Neuro-Imagination die Darsteller steuert. Die klassische Schnittstelle wird damit umgangen, zugunsten eines Direktanschlusses von Artefakten an Nervenströme; erst damit wird aus einer Kopplung (und vormaligen "Prothesen" des Menschen) ein geschlossener Schaltkreis im elektrotechnischen Sinne. Möglich ist dies aufgrund der simplen Tatsache, daß sensorische Neuronen nicht nur chemische, sondern eben auch elektrische Aktionspotentiale benutzen, um Signale über Distanzen zu senden - und dies im mehrfachen Sinne der mathematischen Kommunikationstheorie (Shannon); Information dabei nicht durch Größe und Form (Amplituden), "sondern durch Präsenz und Abwesenheit kodiert"; McCulloch / Pitts; in diesem Sinne elektrische Aktionspotentiale als Puls betrachten = Peter Weibel, Wissen und Vision. Neue Schnittstellentechnologien der Wahrnehmung, in: Maar et al. (Hg.) 2000: 70; impliziert wiederum eine Taktung, eine Synchronisation, wie bei aller Nachrichtentechnik (etwa PCM), in zeitkritischem Maße: "Die sinnliche Welt ist nichts anderes als die Repräsentation sensorischer Signale in neuronalen Feuerungssequenzen (Spike Trains), wobei das Timing <sic> der Feuerungssequenzen die Information kopiert. Entsprechend <...> ist Wahrnehmung als nicht <...> die Repräsentation räumlicher Beziehungen im Gehirn, sondern die Verarbeitung bzw. Berechnung zeitlicher Muster. Diese durch pulsbasierte neuronales Kodieren in den Netzwerken entstehenden zeitlichen Muster bilden die Basis unserer Wahrnehmung" = Weibel 2000: 71; Existenz als Funktion von Operativität, weniger ontologisch denn prozessual also. Was evoziert etwa die Nennung des Namens "England" beim Hörer? "Es liegt in den Interaktionsmustern <...>, die England zu einer Einheit machen. Man kann also sagen, England existiert und existiert nicht, da es als ein Ganzes eigentlich nur in Form eines sich dauernd verändernden Musters vorhanden ist."⁵⁸

Neuromassage (Elektrophysiologie)

- aus Kombination von graphischer Methode (Marey) *plus* Elektrizität resultiert Elektrophysiologie; Henning Schmidgen, Die Helmholtz-Kurven. Auf der Spur der verlorenen Zeit, Berlin (Merve) 2009; Cornelius Borck, Hirnströme. Eine Kulturgeschichte der Elektroenzephalographie, Göttingen 2005; ferner ders., Electricity as a medium of psychic life. Electrotechnical adventures into psychodiagnosis in Weimar Germany, in: Science in Context 14 (2001), 565-590

58 Francisco Varela, in: Maar et al. (Hg.) 2000: 150

- Adrians Schrift *The Mechanism of Nervous Action: Electrical Studies of the Neurone*, London (Milford) 1932, wiederaufgelegt 1959 - die Fortsetzung einer Forschungsfrage seines Lehrers Keith Lucas buchstäblich mit anderen Mitteln, nämlich elektrotechnischen Medien. Kurz vor seinem tödlichen Flugzeugabsturz im Oktober 1916 "he talked to me of the great possibilities which might lie in the use of the thermionic valve for amplifying nerve action currents"⁵⁹ für die Untersuchung der Physiologie von Impulsübertragung in Nervenleitungen

- Grundlage der Elektronenröhre; erlaubt der Niederfrequenzverstärker in der Physiologie, den willentlichen Vorlauf von Handlungen wahrnehmbar und damit meßbar zu machen; höhere Trennschärfe der akustischen Wahrnehmung, mithin ihre zeitkritische Qualität, zum Zug (die privilegierte Nähe "musikalischer" Prozesse zu solchen der Elektronik): "Es wird eine Verstärkereinrichtung beschrieben, welche die telephonische Beobachtung der myoelektrischen Erscheinungen mühelos gestattet. <...> Der Muskelkontraktion entspricht ein Raschen im Telephon. Dem Beginne dieses Raschens geht zuweilen eine kurze Phase des Knatterns voraus, nicht selten folgt auf die Beeindigung der Kontraktion ein derartiges Knattern <...>. Dem akustischen Eindrucke zufolge dürfte das Knattern eine Frequenz von 20-25 pro Sek. besitzen."⁶⁰

- Untertitel von Edgar Douglas Adrians Publikation über *The Mechanism of Nervous Action* lautet "electrical studies"; Buchumschlagmotiv der Erstausgabe von McLuhans *Understanding Media* die Skizze einer leuchtenden Glühbirne; ihr Zwilling ist - ebenso medienarchäologisch (ein unbeabsichtigtes Nebenprodukt von Edisons Glühbirnenexperimenten, der von ihm vorsichtshalber patentiert "Edison effect") wie in analytischer Hinsicht - die Elektronenröhre

- Keith Lucas, *The Conduction of the Nervous Impulse* <1917???,>, rezensiert von E. D. Adrian

- bei Adrian 1932 formuliert: "the reaction of the tactile organs <...> has some bearing on the nervous mechanism of the ear" <37>. In Kopplung an Elektrizität entbirgt sich das "elektrische" Wesen der Hörnerven: "The auditory nerve is a short thick trunk very difficult to insulate electrically from the surrounding tissues, and so, apparently, very poor material for electric investigation. But <...> Wever and Bray (1930) had the courage to connect it with an amplifier and telephones and they were rewarded by a

59 E. D. Adrian, *The Mechanism of Nervous Action, Electrical Studies of the Neurone*, Philadelphia (University of Philadelphia Press) / London (Humphrey Milford) / Oxford (Oxford UP) 1932, vii

60 Rudolf Allers / Ferdinand Schminzky, Über Aktionsströme der Muskeln bei motorischen Vorstellungen und verwandten Vorgängen, in: Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere, Bd. 212 (1926), 167-182; dazu Rieger 2003: 415ff, dort auch die Abbildung der verwendeten Verstärkerordnung und Messdiagramme der Aktionsströme (417)

surprising result. Any sound reaching the ear was reproduced in the telephones: speech could be understood and the speaker identified by his voice and notes of high as well as low pitch were rendered without distortion. Clearly something was acting as an efficient microphone, translating the sound oscillations in the cochlea into electrical oscillations in the circuit leading to the amplifier" = Adrian 1932: 37; "cat telephone" im Harvard-Labor für Psychoakustik

- kommt physiologisches Wissen als visuelles erst zustande mit Kymograph / Oszillograph: "The history of electrophysiology has been decided <!> by the history of electric recording instruments" <2>. Im Unterschied zum rein mechanischen, trägheitsbehafteten Präludium des Kymographen (du Bois Reymond) erlaubt die elektromechanische und dann vollelektronische Elektrophysiologie (von Helmholtz) bis hin zum Elektrokardiogramm ungleich höhere Präzision im Zeit(meß)bereich, was zur Feststellung von Arrhythmien unabdingbar ist.⁶¹ "The beam of light from the mirror of a Matthews oscillograph is thrown on to a moving strip of bromide paper so that any change of potential is recorded as a movement up or down of the dividing line between light and shadow" <Adrian 1932: 9>; "It is scarcely possible that a synchronisation of this kind could be brought about except by the electric fields set up by the impulses" <90>; Elektrizität nicht schlicht das epistemische Forschungsobjekt einer McLuhan-inspirierten Medientheorie, auch Subjekt, insofern erst elektrische Meßgeräte jene kleinsten Zeitmomente zu fassen vermochten, die an Nervenreizmessungen oder zur Bestimmung der Akustik unabdingbar sind und daher das Objekt des Wissens überhaupt erst hervorbringen:

- *acoustic space*: "Electricity does not centralize, but decentralizes. It is like the difference between a railway system and an electric grid system: the one requires railheads and big urban centers. Electric power <...> permits any place to be a center, and does not require large aggregations" = McLuhan, zitiert nach
<http://www.philosophicalsociety.com/Archives/McLuhan's%20Philosophy.htm>

- setzt Adrian im Anschluß an Keith Lucas "capillary electrometer and cathode ray tube to amplify the signals produced by the nervous system" ein; damit Ermöglichung "to record the electrical discharge of single nerve fibres under physical stimulus" = Wikipedia; verwendet späterhin Elektroenzephalogramm als Eskalation des mechanischen Kymographen, um elektrische Tätigkeit im menschlichen Hirn zu analysieren

- Edgar Adrian, Nobel Lecture, December 12, 1932: *The Activity of the Nerve Fibres*⁶²; lecture illustrated by lantern slides and gramophone

61 Siehe D. Scherf, Lehrbuch der Elektrokardiographie, 2. Aufl. Wien (Julius Springer) 1937, bes. Abschnitt "Zeitschreibung", 5

62 Nobel Lectures, Physiology or Medicine 1922-1941, Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 1965;
<http://nobelprize.org/medicine/laureates/1932/adrian-lecture.html>

records. Hörbar Nervenimpulse oder Tonträgerkratzen? "The sense organs respond to certain changes in their environment by sending messages or signals to the central nervous system. [...] *It can be answered because of a recent improvement in electrical technique.* The nerves do their work economically, without visible change and with the smallest expenditure of energy. *The signals which they transmit can only be detected as changes of electrical potential, and these changes are very small and of very brief duration. It is little wonder therefore that progress in this branch of physiology has always been governed by the progress of physical technique and that the advent of the triode valve amplifier has opened up new lines in this, as in so many other fields of research*"; so ist das Meßmedium die Botschaft. "With the development of the capillary electrometer it became possible to make direct and accurate records of this electric disturbance. [...] It was made clear that the wave of activity is invariably accompanied by a change of potential, that the activity at any point lasts only for a few thousandths of a second, and that it is followed by a refractory state which must pass away before another wave of activity can occur. <...> the need arose for a more sensitive electrical technique. When a nerve trunk is stimulated by an electric shock every fibre is thrown into action simultaneously and the total potential change in the whole nerve is large enough to be recorded directly. But in more normal circumstances the nerve fibres work as independent conducting units, and simultaneous activity in many fibres is a rare event. [...] The revolution in technique has come about not from any increase in the sensitivity of galvanometers and electrometers but from the use of the thermionic valve to amplify potential changes. The recording instruments used nowadays are actually far less sensitive than their predecessors."

- *Brainstudy. Installation für vernetzte Gehirnspieler*, Konzept und Inszenierung: Julian Klein, Hessischer Rundfunk 2001/2; Live Version Berliner Festspiele (Maerz-Musik) 2004; <http://acroseis.de/brst/brainstu.html>; Sonifizierung von EEG-Strömen und neuronale Klangsteuerung

Das zeitkritische "Es"

- entsteht das Zeitkritische nicht auf der Basis einer Fülle, sondern eines Mangels; weist Licklider dem Menschen in seinem Aufsatz über "Human-machine-interaction" die Aufgabe zu "fill in the gaps" - also in Entscheidungslücken tätig zu sein, buchstäblich *kritisch*. Radarsysteme etwa ließen lange die Freund/Feind-Unterscheidung gegenerischer Kampfflugzeuge offen; die finale Entscheidung obliegt dem Betrachter. Hier kommt verschärft zum Zug, was Gotthold Ephraim Lessing in seinem Traktat *Laokoon* 1766 als den "prägnanten Moment" bezeichnet hat und von der Rezeptionsästhetik der Literaturwissenschaft bis hin zur Kunstgeschichte (Wolfgang Iser, Wolfgang Kemp) wieder aufgegriffen wurde: die für den Einsatz von Imagination notwendige "Leerstelle"

- im Zentrum dieser Verfahrenstechnik dabei "die Unterbrechung, ein sogenanntes `Interrupt´, das die Prozessierung zu regelmäßigen

Zeitpunkten unterbricht um Umwelt wahrzunehmen. "Die Kommunikation zwischen Eingabe-, Rechen- und Ausgabeeinheiten ist selbst zu einer zeitkritische Frage geworden" = Vortrag Pias 2002: 52. Das Zeitalter der Elektrizität macht jenes "Es", welches bei Sigmund Freud immerhin als psychischer "Apparat" bezeichnet wird. Das "Es" wird also nicht nur im Zeitkritischen verankert, sondern Elektrizität wird die eigentlich neuartige Ausweitung eines Parameters am Menschen - die Reaktionszeit; zeitkritisch im Sinne der Synchronisation, wie sie im Moment der Transition von Signalaufnahme und -verarbeitung auftritt: Aus diffusem Feuern benachbarter Nervenzellen "wird in Bruchteilen von Sekunden ein synchrones Oszillieren, ohne daß es dabei zu anatomischen Veränderungen an den synaptischen Verbindungen zwischen den Nervenzellen kommt" = Barbara Hobom, Auf der Suche nach der universellen Sprache des Gehirns, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 284 v. 6. Dezember 2006, N2

Interfaces, zeitkritisch

- schreibt J. C. R. Licklider zur Zeit McLuhans, nämlich 1960, den damaligen Computern zu, nur wenige Prozesse gleichzeitig absolvieren zu können (streng genommen nur "one bit at a time", Turing / von Neumann) - dies aber rasend schnell, McLuhans Zeit der Elektronik. Demgegenüber ist der Mensch ein lärmendes und langsames "narrow-band device" <"Man-Computer Symbiosis, in: In Memoriam: J. C. R. Licklider, California 1990, 6>, sein Nervensystem aber mehrere Prozesse parallel zu prozessieren in der Lage ist. Inzwischen hat der Hochleistungsrechner überholt - spätestens schon mit der Elektronenröhre, als die elektische Geschwindigkeit in den Rechner rückt

- erinnert die *steuerbare* Elektronenröhre daran, wie der elektrische Makrokosmos (also Ionosphäre, Blitz und Magnetfelder) mikrokosmisch handhabbar und damit Energie trägheitsfrei in Information transformierbar wurde

McLuhans Interesse an der Kathodenstrahlröhre

- versteht philologisch inspirierten Medienwissenschaft unter "Kommunikation" primär die soziale *Teilhabe*, Partizipation; McLuhans notorische Differenzierung zwischen "heißen" und "kalten" Medien aber meint die ästhetische, physiologische, neurologische Ebene der Wahrnehmung. Dem widerspricht die Medienphilologie: "Das Interesse der Mediennutzer, so die Basisannahme, richtet sich nicht auf das Zeilenschreiben des Kathodenstrahls beim Fernsehen, sondern auf die durch das Fernsehen erzeugten Bilder der Welt, auf die medial vermittelte Teilhabe an Ereignissen und auf die televisuell erzeugte Unterhaltung.

Deshalb stehen Sendungen, Genres, Erzähl- und Darstellungsweisen, Inhalte letztlich im Vordergrund medienwissenschaftlicher Analyse."⁶³

- "Es wird gezeigt, daß die vom Auge wahrgenommene scheinbare Fernsehabbildung hinsichtlich der Bildschärfe viel günstiger ist als die wirkliche Fernsehabbildung. Dies wird aus der logarithmischen Empfindlichkeitskurve des Auges gefolgert und außerdem durch Versuche bestätigt, die gleichzeitig den günstigen Einfluß der Zeilenverschiebung erkennen lassen."⁶⁴

- "Das Fernsehbild "mit seinem sehr geringen Ausmaß von Einzelheiten über Gegenstände" (McLuhan schreibt in der Epoche des archaischen s/w-Fernsehens, lange vor HDTV) evoziert einen "hohen Grad von aktiver Mitwirkung von seiten des Zuschauers, um alles zu ergänzen, was im mosaikartigen Maschennetz von hellen und dunklen Punkten nur angedeutet ist"⁶⁵; von daher gilt für McLuhan TV als kaltes Medium

- von Polybios beschriebenes Verfahren wechselnder Buchstabenblenden in einer Matrix aus 5 x 5 Löchern

Wellenbewegungen

- Software *via voice* von IBM als Speech-to-text-Programm; anders als über die buchstäbliche Tastatur des Computers hier die Schwingungen der Stimme in Buchstaben (rück)übertragen; hatte Vater von Graham Bell sich an einem Notationsverfahren von "visible speech" versucht, und die Bell Telephone Laboratories entwickelten konsequent Elektronik, welche Sprachlaute in sichtbare, also lesbare Muster zu verwandeln imstande sind. "A great deal could be said about the need for a modernized alphabet in this age of speed"⁶⁶; bedarf es gar keines Alphabets symbolischer Zeichen mehr, sondern schlicht des "computer processing of speech signals" und digitaler "speech-pattern recognizers even without the aid of much substantive knowledge of speech signals and processes"⁶⁷

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

64 E. Hudec, Zur Physiologie des Fernsehens, in: E.N.T. Bd. 8. Heft 12 (1931), 544-554 (554)

65 Marshall McLuhan, Die magischen Kanäle. "Understanding Media", Düsseldorf / Wien (Econ) 1968, 174f

66 Ralph K. Potter, Visible Patterns of Sound, in: Science 102, Jahrgang 1945, S. 463-470 (470)

67 J. C. R. Licklider, Man-Computer Symbiosis, in: IRE Transactions on Human Factors in Electronics, vol. HFE-1, März 1960, Nr. 1, 4-11 (11)

- schwingt Energie mit der Eigenfrequenz des Schwingkreises zwischen Spule und Kondensator hin und her; wird der Radio-Schwingkreis im Resonanzfall, also wenn die Eigenfrequenz mit der Frequenz eines Senders übereinstimmt, durch die Antenne zu elektrischen Schwingungen angeregt; elektrische Schwingungen des Schwingkreises nicht sichtbar, aber das zugehörige Radioprogramm hörbar⁶⁸

Servomechanismus und Rückkopplung (Kybernetik mit McLuhan)

- akustischer Verzögerungsspeicher früherer Computer; Installation *Hello, World!* (2004/05) von Yunchul Kim auf der Ars Electronica in Linz 2006: Computer, Lautsprecher, 246 langes Kupferrohr, Mikrofon, in dem akustische Signale zirkulieren. "Zeichen aus dem Rechner werden als modulierte Wellen in das Röhrensystem geleitet, temporär gespeichert und am Ende mit einer Zeitverzögerung von 0,8 Sekunden von einem Mikrofon aufgenommen, decodiert und wieder an den Computer bzw. an einen Monitor geleitet. Der Kreislauf beginnt von Neuem, angereichert mit Klängen der Installationsumgebung"

- Wie (nicht) *Mediengeschichte* schreiben: McLuhans "Tetrade". Zeitkritik auf mikrotemporaler, medientechnisch operativer Ebene schlägt um in die Frage nach der Makrozeit der Mediengeschichte

Elektromathematik: Jenseits der Prothesentheorie

- J. D. North, *The rational behavior of mechanically extended man*, Wolverhampton (Boulton Paul Aircraft Ltd.), 1954; demgegenüber *electric circuitry als Extension des Zentralnervensystems*; Gotthard Günther, *Bewußtsein der Maschinen* (1964): Hirn als non-maschinelles Organ, korrespondierend nun mit Computer; kommt kleinster Zeitmoment (neuroinformatisch) ins Spiel, Nervenreaktionszeiten (Wilhelm Wundt, von Baehr). "Der Prototyp der archimedischen Maschinen ist der menschliche Körper *mit seinen beweglichen Gliedmaßen*. <...> Nun besitzt der Mensch aber ein Organ, das nicht klassisch-mechanisch mit beweglichen Teilen <...>, sondern in einer sehr andersartigen Weise, nach trans-klassischen Prinzipien arbeitet <...> das Gehirn. Die Arbeitsweise der klassischen Maschine folgt dem Vorbild des arbeitenden Armes (samt Hand). *Die Idee der trans-klassischen Maschine aber erwächst aus den technischen Forderungen, einen Mechanismus zu entwickeln der nach der Analogie des menschlichen Gehirns arbeitet*. <...> Eine kybernetische oder nicht-archimedische Maschine ist <...> eine solche, die nicht mehr physische Arbeitsvorgänge produziert <...>, sondern die solche Arbeitsvorgänge dirigiert und <zeit->"kritisch" steuert"⁶⁹; kein Moment des technischen

68 Burkhard Kainka, *Radiomann*, Stuttgart (Franck / Kosmos) 2004, 20

69 Gotthard Günther, *Das Bewußtsein der Maschinen. Eine Metaphysik der Kybernetik*, Krefeld / Baden-Baden (Agis) 1963, Anhang IV "Die 'zweite' Maschine", 179-203 (184)

Fortschritts, sondern der Sprung von Technik zu Technologie: "Denn nur das Gehirn verarbeitet Information" <Günther 1963: 186>, und daran anschließend der Computer

- unter Titel "Die Schnelligkeit psychischer Prozesse" (1868) nennt Franciscus Cornelis Donders in Utrecht sein apparatives Verfahren, einen Scottschen Phonautographen mit den sprachlichen Artikulationen von Versuchspersonen zu koppeln, als "Noematachographie" - Gedankengeschwindigkeitsschreibung.⁷⁰

- im Internet das zeitkritische "Testbild", das "ping"-Signal; "ping to death" als zeitkritische Verfaßtheit von Datenpaketen schrittweise abnehmendem Zeitwert. "To be is not that much visual, but audio-tactile" = McLuhan, xxx

- anders als Telegraphie, die noch eine "extension of physical organs" war: "Electronic media are, instead, extensions of the central nervous system, an inclusive and simultaneous field" = Marshall McLuhan, The Agenbite of Outwit, 41; Simultaneität im zeitkritischen Bereich blitzschneller zeitlicher Koordinationen, Vor- und Zurückberechnung, Zeitfenster namens Echtzeit, insonfern nur scheinbar "simultan". McLuhan anhand der Sichtbarwerdung von akustischem Schall: "Knapp bevor ein Flugzeug die Schallmauer durchbricht, werden die Schallwellen an den Tragflächen des Flugzeugs sichtbar. Das plötzliche Sichtbarwerden des Schalls gerade dann, wenn der Schall aufhört, ist ein treffendes Beispiels jener großen Seinsgesetzmäßigkeit, die neue und gegensätzliche Formen offenbart, wenn frühere Formen gerade den Höhepunkt ihrer Entwicklung erreichen" = McLuhan 1968: 18; Feddersens Spiegelchronographie des elektrischen Funkens, der seine Plötzlichkeit als Oszillationen sichtbar macht

- Hermann Helmholtz, Über die Methoden kleinste Zeittheile zu messen und ihre Anwendung für physiologische Zwecke, Königsberger naturwissenschaftliche Unterhaltungen 2 (1851), 169-189

- Was der symbolischen Zeitschreibung entgeht, "ist das Reale bzw. das, was nur von technischen Medien aufgezeichnet werden kann oder was nur in der Schrift, aber nicht in der Erzählung existiert [...]"⁷¹; scheitert die Musikalität und "Grammophonie" des Vokalalphabets am Geräusch. Erst der Phonograph selbst vermag dies aufzuzeichnen

70 Henning Schmidgen, Die Donders-Maschine. Ein Kapitel Physiologiegeschichte mit Deleuze und Guattari, in: ders. (Hg.), Lebendige Zeit. Wissenskulturen im Werden, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2005, 242-279 (253)

71 Bernhard Siegert, Das Leben zählt nicht. Natur- und Geisteswissenschaften bei Dilethey aus mediengeschichtlicher Sicht, in: Claus Pias (Hg.), Medien. Dreizehn Vorträge zur Medienkultur, Weimar 1999, 161-182 (175), hier unter Bezug auf: Wilhelm Dilethey, Die Abgrenzung der Geisteswissenschaften. Zweite Fassung, in: GS VII, 311

- definiert Karl Ernst von Baer Gegenwärtsmoment kinematisch: "So haben wir in der Sekunde durchschnittlich etwa sechs Lebensmomente, höchstens zehn"⁷²; Helmar Frank

- "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" = 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, 134 f.; vgl. Bergson: *Das Wahrnehmungsvermögen* "muß in der Natur ausgehend von den Wesen, die fast im Einklang mit den Schwingungen des Äthers vibrieren, bis zu jenen, die Trillionen dieser Schwingungen im kürzesten Intervall ihrer einfachen Wahrnehmung binden, kontinuierlich zunehmen" = zitiert nach: Lazzarato 2002: 26

- "Das Leben zählt also, wenn überhaupt, wenn die Abtastfrequenz anschaulich wird" = Siegert 1999: 178

- zeitkritische Differenz Turing-Maschine / tatsächlicher Computer: "Es gab <...> nichts in der Papierkonstruktion der Universellen Turing-Maschine, das nahelegte, daß daraus ein praktischer Vorschlag gemacht werden könnte. Insbesondere wurde nichts über die Geschwindigkeit der Abläufe gesagt. Die Tabellen von *On Computable Numbers* ließen sich durch Leute, die einander Postkarten schickten, realisieren, ohne daß die Theorie in Frage gestellt wurde. Wenn aber eine universelle Maschine von irgendwelchem praktischen Nutzen sein sollte, dann mußte sie Millionen von Schritten in einer akzeptablen Zeit durchlaufen können" - mithin Echtzeit. "Dieser Forderung nach Geschwindigkeit konnten nur elektronische Bauteile gerecht werden" = Andrew Hodges, *Alan Turing. Enigma*, New York 1983; dt.: Wien / New York (Springer) 2. Aufl. 1994, 339; war es entscheidend an Elektronenröhren - eingesetzt seit 1943 -, daß sie mit *diskreten* Größen, mit Ein-oder-Aus, zu operieren vermochten und somit eine Turing-Maschine realisieren; technischer Einsatz von verkoppelten Elektronenröhren (Flipflops); ahnt Turing, "wie ein Gehirn gebaut werden konnte - nicht ein *elektrisches* Gehirn, <...> sondern ein *elektronisches*" <ebd.> - der ganze Unterschied zu McLuhans Apotheose der bloßen Elektrizität; Alternative elektromagnetisches Relais *versus* Elektronenröhre, konkret um zu Zwecken der Dekodierung in Bletchley Park mit dem deutschen Funkverkehr schritthalten zu können; vorgesehene hohe Rechengeschwindigkeiten ließen das logische System für das Durchlaufen der unterschiedlichen Implikationen jeder hypothetischen Rotorposition (der ENIGMA) nicht länger als Schaltung von elektromagnetischen Relais realisieren. "Statt dessen wurde ein *elektronisches* System erforderlich" = Hodges 1994: 261; vermögen

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

Vakuum-Elektronenröhren in einer Millionstelsekunde auf Impulse zu reagieren, "da es darin mit Ausnahme der Elektronen selbst keine beweglichen Teile gab, während das elektromagnetische Relais mechanische Teile besaß" = ebd., 262

McLuhans Grenze: der Informationsbegriff

- McLuhans Begriff des Servomechanismus aus der Kybernetik übernommen: zentrales medienepistemisches Artefakt, das "Feedback" - seinem Wesen nach eine Verschwisterung (oder gar Hochzeit) von Logik und Zeit (zeitkritischer Moment)

- "elektronische Schaltungstechnik" als "Erweiterung des Zentralnervensystems"⁷³ - eine andere Qualität als die *extensions* handwerklicher Organe

- prognostiziert McLuhan Computer als "Thermostat", der als Regler den weltweiten Fluß anderer Medien (Radio, Fernsehen, über Satellit) steuert; denkt den Computer äußerlich von der Kybernetik her, nicht auch von der Nachrichtentechnik (Shannon, Turing)

- Funktechnik "die Anwendung elektromagnetischer Wellen für den Transport informativer Signale" = Hagen Pfau, in: Steffen Lieberwirth (Hg.), Mitteldeutscher Rundfunk. Radio-Geschichten, Altenburg (Kamrad) 2000, 10; Shannons mathematische Theorie der Kommunikation (1949) als nachrichtentechnische Meisterung von AM durch PCM

Entscheidungskritische Formen der Zeitwahrnehmung durch Medien

- epistemischer Gegenstand, der von Meßtechnologien selbst erst hervorgebracht wurde: Einsicht in Prozesse, in denen kleinste zeitliche Momente entscheidend (also buchstäblich „kritisch“) sind – von Problemen der Synchronisation elektronischer Fernseh- und Videobilder bis hin zum algorithmischen „Interrupt“ in Computer(spiele)n; Medienprozesse in diesem Sinne zu identifizieren und zu benennen als Zielstellung zeitkritischer Medienarchäologie

Zeit als Fluß und Zeit als Zahl: Epistemologische Grundlagen von Uhrzeit und Oszillatoren

- zwischen Sampling und Physical Modelling (Granulation des in Echtzeit analysierten Klangs als "zeitkritische Klangmanipulation": Shintaro Miyazaki, *Das Algorithmische. Microsound* an der Schwelle zwischen

73 Marshall McLuhan / Quentin Fiore, *Das Medium ist Massage* [AO 1967], Frankfurt/M., Berlin, Wien (Ullstein) 1984, 40

Klang und Rhythmus, in: Volmar (Hg.) 2009, 383 ff.; eine Zeitweise, die "zwischen dem Symbolisch-Binären und dem Physikalisch-Realen oszilliert"

- Arist., Physik, Buch IV, Kap. 11, in der Übersetzung durch Christain Hermann Weiße (1829): "Allein auch die Zeit erkennen wir, wenn wir bestimmen die Bewegung dadurch daß wir das Vor und Nach bestimmen. <...> Wenn wir nun als Eins das Jetzt wahrnehmen, und nicht entweder als das Vor und Nach in der Bewegung, oder als das nämliche zwar, welches aber ein vorangehendes und ein nachfolgendes hat: so gilt keine Zeit als vorhanden, weil auch keine Bewegung. Wenn aber als das Vor und Nach, dann sprechen wir von Zeit. Dieß nämlich ist die Zeit; Zahl der Bewegung nach dem Vor und Nach. Nicht also ist Bewegung die Zeit; sondern wiefern Zahl hat die Bewegung."

- "Wir messen nicht nur die Bewegung mittels der Zeit, sondern auch mittels der Bewegung die Zeit. <...> Der Zeit verdanken wir die Meßbarkeit der Bewegung, der Bewegung die Meßbarkeit der Zeit" <Arist. Physik Buch IV, Kap. 12, 220b = Arist. 1967: 116>. Daraus folgert er, daß „die Zeit Zahl ist“ <ebd.: 117>. Aristoteles denkt die „Jetztzeit“ (*poté*)

- folgt ein syllogistisches Argument: "Eine Zahl also ist die Zeit. Da aber die Zahl ist doppelt; denn sowohl das Gezählte und das Zählbare nennen wir Zahl, also das womit wir zählen: so ist die Zeit, was gezählt wird, und nicht, womit wir zählen. Es ist aber ein anderes, womit wir zählen, und das, was gezählt wird" = zitiert (Zugriff Februar 2009) nach: www.zero.org/Philosophie/M/Aristoteles/Physik/4.+Buch/11.+KCapitel

- Beispiel des Druckmessers mit Zeiger, aber ohne Marken auf dem Ziffernblatt, so daß "jeder Unterschied in der Zeigerposition einen Un/terschied im Charakter konstruiert, dann verwendet das Instrument beim Anzeigen des Drucks keine Notation. Das Erfordernis der syntaktischen Differenzierung ist nicht erfüllt; denn wir können die Position des Zeigers nie mit absoluter Präzision feststellen" = Goodmann 1998: 151 f.. Demgegenüber die Unterteilung des Ziffernblattes auf der Uhr, wenn jeder Punkt die Markierung eines Gebietes - mithin Abschnitts, Intervalls - ist, wenn damit also "jedes Erscheinen des Zeigens innerhalb dieses Gebiets als eine Inskription desselben Charakters gilt. Dieses Schema ist notational, vorausgesetzt, die fünfzig gewählten Gebiete sind disjunkt und durch Lücken voneinander getrennt" = Goodmann 1998: 152

- Analogcomputer: mit Unschärfe rechnen

- kritisiert Heidegger "vulgäre" Zeit der Uhren, also die uns (die Medienwissenschaft) angehende technologische Zeit, wie Aristoteles sie gedacht hat (und Bergson sie als "kinematographisch" Zeit kritisierte), "die Zeit als homogene, endlose Abfolge von 'Jetztmomenten' oder Augenblicken"⁷⁴. Dies aber ist Medienzeit, konkret: Uhrzeit. "Du selber machst die Zeit: das Uhrwerk sind die sinnen: Hemstu die Unruh nur / so

74 Michael Inwood, Heidegger, Freiburg / Basel / Wien (Herder) o.J., 99

ist die Zeit von hinnen" (Angelus Silesius, Cherubinischer Wandersmann, 1657). Damit einher geht eine Kritik der Historie: Der Katalog desgleichen Uhrenmuseums von 1925 nennt die Uhren "genetisch geordnet"; gemeint ist die Präsentation der Uhren in ihrer Entwicklung nebeneinander

- Richard Feynman, *Lectures* (1963): "Was wirklich zählt, ist ohnehin nicht wie wir Zeit definieren, sondern wie wir sie messen" in genuin medienarchäologischer Herangehensweise, ganz im Sinne der aristotelischen Definition. Heißt es im englischen Original buchstäblich "count" - also "das, was zählt"?

- "Die Beziehungen des Menschen zu seinen Maschinen" (Heinz von Foerster) wird zu einer existentiellen in Hinblick auf die zeitgebenden und zeitmessenden Medien. Zwischen Simulation und Information: die Uhrzeit.

- "die Zeit stellt etwas dar, das nicht existiert; eine willkürliche Ab- oder Einteilung. Jeder andere Zeitrhythmus (z. B. der ".beat" als Vorschlag einer genuinen Internetzeit, ein auf 1000 hinlaufendes Zeitmodell mit dem Vorteil, daß es weltweit nur eine Zeit gibt - im Unterschied zu den aktuellen globalen Zeitzonen, sichtbar auf allen KW-Radiokreisen) ist ebenso gleichrichtig wie das vertraute 23:59:59- System

- Kinematograph das technologische Korrelat zu Aristoteles' Definition von Zeit als arithmetisches Maß der Bewegung, insofern er 16-30 Bilder pro Sekunde in einer zeitweise aussetzenden (Intervall) Bewegung passieren läßt? Verschränkung von Uhrwerk (von "Zeit") und Bewegungsillusion ("Kino"). Inneres Objekt dieser Zählweise sind die Perforationslöcher am Rand des Zelluloids, die in Bezug auf die Projektion (des Nachbild- und Stroboskopeffekt) gleichsam Performations-Löcher darstellen; in den ersten Kameras und Projektoren war das Laufwerk selbst ein Uhrwerk-Mechanismus, der mit diesen Perforationen arbeitet, wie eine Uhr die Zeit antickt, potenziert noch durch die Unterbrechungen (dynamische Verschleifungen, "Interrupts") der Umlaufblende: Hier nahe dem Computer, der ebenso diskret arbeitet, während wir die Prozesse als kontinuierlich ("streaming") wahrnehmen. Der Computer vermag die reine Differenz zu praktizieren, wo wir Zeit wahrnehmen bzw. Kontinuität kognitiv unterstellen, wider besseres physiologisches Wissen (ein *éclat* zwischen tatsächlicher Signalverarbeitung und seiner neuronalen Perzeption im Menschen)

- Kapitel 4 seiner *Évolution Créatrice*, welches vom "kinematographischen Mechanismus" des menschlichen Bewußtseins handelt; unterstreicht Henri Bergson, daß es des Projektionsapparats bedarf, um aus einer Serie chrono-photographischer Momente wieder das Bewegungsmoment zu restaurieren (englisch passend doppelsinnig: *re/store*); dieser zeitdiskrete Mechanismus (Malteserkreuz und Flügelblende) ist eine technische Externalisierung von Zeit: "Aus dem unendlichen Nebeneinander von Unbewegtem können wir niemals Bewegung schaffen. Sollen sich die Bilder beleben, so muß irgendwo Bewegung sein. Und in der Tat ist hier die Bewegung durchaus vorhanden, sie steckt im Apparat" = Bergson 1912: 309

- "Nous ne faisons guère autre chose qu'actionner une espèce de cinématographe intérieur. On résumerait donc tout ce qui précède en disant que le mécanisme de notre connaissance usuelle est de nature cinématographique" = Henri Bergson, *Évolution créatrice* [*1907], Paris (PUF) 1948, 305

- Bergson zufolge gelingt die mathematische Fassung eines bewegten Körpers nur durch Transformation der Bewegung in die Form einer Bewegungsbahn; so läßt sich eine ganze Evolution im Zeitdiagramm als Linie(n) im Raum darstellen. Diese geometrische oder gar kinematographische Verwandlung des Nach- in ein Nebeneinander aber entspricht nicht der menschlichen Zeiterfahrung: "Wir zählen nicht Intervall-Endpunkte, wir fühlen, wir leben die Intervalle selbst."⁷⁵ Zeit ist hier nicht im naturwissenschaftlichen Sinne eine unabhängige Variable, sondern eine mitgelebte. Das naturwissenschaftliche Mißverständnis der Zeit ist Bergson zufolge darin begründet, daß sie die Bewegung eines Körpers "als Stellvertretung der Zeit erwählt" <339> und damit auf Seiten der aristotelischen Zeitdefinition wechselt. Unwillkürlich ist mit Bergsons Insistenz auf der Unteilbarkeit des Werdens nicht nur eine Kritik des kinematographischen Bewußtseins von Momentaufnahmen, sondern auch des Sampling-Theorems von Nyquist / Shannon verbunden

- "Die eine Sache ist <...> die Bewegung eines Körpers, die andere, wodurch wir messen, wie lange sie ist."⁷⁶ Bewegung ist nicht schlicht Ortsveränderung in der Zeit, sondern ebenso mit der Zeit, will sagen: Bewegung ist keine reine relative Funktion gegenüber einer objektiven Zeitachse als Parameter, sondern Bewegung induziert (im Sinne der Einsteinschen Relativitätstheorie) ihrerseits auch Zeitschwankungen (Prinzip Selbstinduktion beim An- und Ausschalten in Stromkreisen)

- "Um einen Rhythmus zu identifizieren, muss man zunächst das Metrum (d. h. Zeitmaß) bereits identifiziert haben" <Spitzer 2002: 216>, also die Zahl als Maß von Bewegung i. S. der Definition von Aristoteles. Zugleich erinnert diese Standardisierung an einen Wesenszug von Medien: hier als Zeitkanal

- Henry Westphal, TIGRIS Elektronik GmbH: Elektronenröhrenuhr ONCILLA, die auf der Frequenzteilung des Wechselstroms aus dem Stromnetz selbst operiert = 50 Hz (extrem stabil); Bestandteil darin u. a. auch Elektronenstrahl-Zählröhre E1T, drei Funktionen erfüllend: Zählen - Speichern - Anzeigen

75 Henri Bergson, *Schöpferische Entwicklung*, Jena (Diederichs) 1912, 341. Siehe auch Bergsons Kritik an der geometrischen Progression in Zenon von Eleas Pfeil-Paradox, welche Bewegung durch Längen ersetzt: Bergson 1912, 315 (Anm. 1)

76 Aurelius Augustinus, *Was ist Zeit? Confessiones XI*, lat./dt., übers. v. Norbert Fischer, Hamburg (Meiner) 2000, § 31

- Spindelhemmung mit Waagbalken war es, die als "entscheidende Entdeckung <...> die mechanische Uhr überhaupt er ermöglichte" = Whitrow 1991: 162

- bleibt Antike der Geometrie verhaftet; Pendelbewegung des Pendels kann nicht wirklich gerechnet werden, "solange es buchstäblich im Kreis gefangen ist" <Kassung 2007: 197>. Scharnier dieser Umschaltung ist die Frühneuzeit mit den Beobachtungen Galileo Galileis. "Damit wird das Pendel zu einem spezifisch modernen Apparat, der erst über die produktive Kopplung mit der Zahl in diesem Sinne zu sich kommt" = ebd.; wird aus antiker *techné* Technomathematik

- DCF77(Langwellen)-Zeitsignal, gesendet von Mainflingen bei Frankfurt/M.; die Sekunde, wie sie vom Zeitsignal-Sender Mainflingen bei Frankfurt/M. ausgestrahlt wird, ist in Zehntel eingeteilt, um damit kodiert binäre Information mitsenden zu können

- MASER von 1954 (Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation) als die Richtung eines wohlkalkulierten Energiestrahls auf etwa ein Ammoniakmolekül: Die pyramidenförmige Atomanordnung beginnt hin- und herzuklappen, pendelgleich. Doch die Grenze zwischen Wissensgeschichte der Kulturtechniken zur Medienwissenschaft zieht Christian Kassung mit der Begründung, wo seine Pendelarchäologie abbricht: "Sämtliche von mir diskutierte Pendel sind durch die Gravitation determiniert. Nun könnte man vermuten, daß es eine Entwicklungslinie von der Mechanik des *schweren* Pendels zu den atomaren Schwingungsmechanismen etwa der Quarzuhr gibt und daß somit das reinmechanische Pendel als Vorgeschichte einer stetig zunehmenden Verkleinerung, Elektrifizierung oder Dematerialisierung zu lesen ist. <...> Bereits im April 1837 - als lediglich zwei Jahre nach Steinheils Erzeugung eines elektrischen Takts durch ein Pendel - versetzte C. G. Page eine Stimmgabel mittels Elektromagneten in Schwingung." <Kassung 2007:389>;

- elektromagnetische Stimmgabeluhr, Marke "Bulova"

- "Für das 20. Jahrhundert wäre eine *neue* Geschichte zu erzählen oder anders: Die Quarzuhr ist keine Fortsetzung des mechanischen Pendels und folgerichtig reicht dessen Geschichte epistemologisch besehen nur an seinen äußersten Rändern bis ins 20. Jahrhundert hinein. Selbstverständlich gibt es Überschneidung beider Geschichten" <Kassung 2007: 389>; doch liegt hier ein Bruch vor, dessen Vermittlung etwa Alexander Bains elektrische Uhren und sein Kopiertelegraph darstellen. Mit dem elektrischen Schwingkreis beginnt eine andere Episteme. Heinrich Barkhausen definiert gleich eingangs seiner *Schwingungslehre* die verblüffende Analogie zwischen mechanischem Pendel und elektrischer Schwingungserzeugung; doch gerade im Erstaunen über die Analogie liegt das Wissen (oder die Ahnung) um die abgrundtiefe epistemische Differenz. Hier geschieht also die Ablösung des klassischen, materiefixierten Medienbegriffs (der physikalische Medienbegriff) durch einen von kulturellem Wissen selbst erzeugten Begriff erschaffener Medien; hier setzt

Medienwissenschaft ein und übernimmt den Stab von der Kulturwissenschaft und einer allgemeinen Wissensgeschichte, die nicht objektorientiert ist (wie es die Medienwissenschaft, gleich anderen klassischen Disziplinen, durch Verpflichtung auf einen Gegenstandsbereich) ist.

- sieht sich Hermann von Helmholtz genötigt, selbst Meßmedien zu entwickeln, um die Laufzeit von Nervenreizungen exakt bestimmten zu können - also Prozesse, die schneller als die menschliche Wahrnehmung, mithin also im zeitkritischen Bereich ablaufen: die Stimmgabel, gekoppelt an elektrischen Schaltkreis. Zeitmessung ist also nicht nur als metronomische Basis von Musik, sondern unter verkehrten Vorzeichen "summen Stimmgabeluhren <...> leise in der Frequenz mit der die Stimmgabel schwingt" = <http://www.richardkunze.de> ("Faszination Stimmgabeluhren")

- "Der Sekundenzeiger zieht gleichmäßig seine Bahn" <ebd.> - natürlich nur für die Trägheit menschlicher Wahrnehmung, tatsächlich in kleinsten diskreten Schritten. Aber hier nähert sich das minimale Intervall dem Infinitesimalen an; ebenso wie im neuronalen Klangwahrnehmungsmechanismus des Hirns kleinste diskrete Differenzen zum Eindruck eines kontinuierlichen Tons verschmieren.

- William M. Hartmann, Signals, sound, and sensation, Woodbury, NY (American Institute of Physics Press) 1997, 469ff "The digitized signal")

- Bulova Accutron Spaceview (Abb. unter www.richardkunze.de) läßt unter den Zeitzeigern den Stimmgabelmechanismus selbst sichtbar werden, gibt also mit medienarchäologischem Blick die Verschränkung von sonischer Frequenz und Zeitmessung/-gebung preis.

- Prämisse von ENIAC/NOMOI: Inversion von Computertaktgebung und "musikalischer" Frequenz; anschließend: Sonifikation der frühen Computertaktung (sofern noch im hörbaren Frequenzbereich bis 20.000 Hz), etwa an Z 22, zur akustischen Kontrolle für Ingenieure, ob das Programm in Endlosschleife läuft, also abgestürzt

- Differenz zwischen relativer und absoluter Zeit: altägyptische Klepsydra (Wasseruhr) i. U. zur Sonnenuhr setzt ihre eigene Zeitbasis, in Griechenland etwa zur Befristung von Gerichtsreden, das pure Intervall, pure *epoché*

- kommt es unter der Voraussetzung einer Gleichursprünglichkeit technomathematischer Prozesse bisweilen zu einem Dilemma zwischen medienarchäologischem am-Werk-Sein und historischer Quelle (also *Mediengeschichte*): Angeblich hat der Stiftsherr Gerbert von Aurillac (Gerbert von Reims), später Papst Sylvester II, um 1000 bereits eine mechanische Uhr (mit Gehwerk aus Zahnrädern) aufgebaut; sie kann jedoch nicht nachgewiesen werden. "If the oscillating controller and mechanical escapement were known as early as the year 1000, why do we have to wait another three hundred years to see the clocks appear in the

belfries and towers?"⁷⁷ Möglicherweise aber ist Medienwissen am Werk, auch wenn es der menschlichen Kultur (dem Reich der Historie) nicht schon bewußt ist; das Ereignis von Schwingungen

- Uhrhemmung; Franz Reuleaux, Theoretische Kinematik. Grundzüge einer Theorie des Maschinenwesens, Braunschweig (Vieweg) 1875, 448 (Hemmung der Uhrwerke); ebd. 449: Chronoskop, mit Abbildung (Fig. 339), zitiert in ZEITUHR; ebd. auch Zitat periodische Unterbrechung eines Werks = "Schaltung" (S. 446)

- basiert Reuleaux' Beschreibung diskontinuierlicher Maschinenbewegung auf der Analyse von Schlössern einerseits, der Uhrhemmung andererseits. "Beide sind nicht bloß Anwendungen der Theorie, sondern treiben Theorie" = Berz 2002: 143

- elektrischer Schwingkreis zunächst aus einer Spule (als Widerstand) und einem Kondensator gebildet. Angeregt durch einen Triggerimpuls, würde er zunächst in gedämpften Schwingungen auslaufen; durch geschickten Einbau einer Rückkopplung dieser Verlust geglättet

- Loslösung des technischen *timing / time piece* vom astronomischen Maßstab der natürlichen Zeit; Ein epistemologischer Bruch: Kultur setzt sich eine eigene Zeitbasis: genuine Medienzeit mit Quarzuhr (siehe Deutsches Uhrenmuseum Furtwangen). Mit der Cäsium-Atomuhr aber kehrt die *physis* wieder in die Zeit zurück, insofern hier mit einem Energiepotential selbst zeitgerechnet

- Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Dauerausstellung zum Thema "Zeit" und Zeitforschung = <http://www.ptb.de/de/wegweiser/infoszurzeit/index.html>

- technische Kodierung von Zeit ebenso wie Zeit als Kode, die Verzeitlichung des Codes im prozessualen *computing*

- Ableitung der getakteten Uhr aus dem Glockenschlag in Benediktinerklöstern

- "Ein wesentlicher Unterschied zwischen dem vorbewußten Gedächtnis und dem Kurzspeicher besteht in der zeitlichen Ordnung des Eintritts ins Bewußtsein, welche im Kurzspeicher im Gegensatz zum vorbewußten Gedächtnis gewahrt bleibt. Man beweist sich dies durch das nachträgliche Zählen soeben verklungener Glockenschläge, deren erster frühestens zur Zeit T vor Beginn des Zählprozesses verklungen sein darf. (Alle Glockenschläge müssen also in der <mithin dehnbaren> Spanne der

77 David Landes, Revolution and Time. Clocks and the Making of the Modern World, 1983, 49

Gegenwartsdauer liegen"⁷⁸; Bergson und Husserl über "Melodie";
Telegraphie

- unterscheidet Knut Hickethier zwischen technischen Taktgebern der Kultur und der „ästhetischen Synchronisierung“, die „Herstellung einer festen, gleichlaufenden Übereinstimmung von Bild und Ton“⁷⁹. In der Tat, Kulturtechniken: die Oranische Heeresreform macht Heereskörper zur symbolischen Maschine, "deren Code Stevens Ausführungen über Punkt, Eins und Null sind und dessen symbiolischer Taktgeber das Pendel ist" (Wolfgang Schäffner)

[- Isochronie des Pendels ist Bedingung für den Gleichschritt; erst mit der Hemmung der Uhr wird diese zeit-präzise

- Christian Huygens' Entdeckung eines natürlichen Schwingungsvorgangs zur Zeitmessung / Pendeluhr, Isochronismus (vollommene Zeitgleichheit der Schwingungsdauer)

- mechanische Uhr mit Unruh, nach Lewis Mumford, *Technics and Civilization*, London: Routledge & Kegan Paul, 1934, 15, löst Zeit von menschlichen Handlungen und fördert damit die Denkbarkeit einer mathematisch meßbaren Welt von Abläufen

- Differenz zwischen Spindel- und Ankerhemmung (freiere Bewegung des Pendels): Whitrow 1991: Abb. 192 f.

- bildet periodische Taktung durch den Mechanismus der Räderuhr mit Hemmung den mechanischen Vorlauf diskreter Zeitkodierung von Seiten des Mediums (während am Gnomon / der Sonnenuhr erst die extern beigefügte diskrete Skala eine Unterscheidung des ansonsten kontinuierlichen Schattenverlaufs ermöglicht): "We might say that the clock [der Takt des Rechners] enables us to introduce a discreteness into time, so that time for some purposes can be regarded as a successiuon of instants instead of a conitnuous flow. A digital machine must essentially deal with discrete objects." <Alan Turing, Lecture to the Mathematical Society on 20 February 1947, in: The Charles Babbage Institute Reprint Series for the History of Computing, Bd. 10, A. M. Turing's ACE Report of 1946 and Other Papers, Cambridge, Mass. 1986, 111; Claus Pias, Time of Non-Reality. Miszellen zum Thema Zeit und Auflösung, in: Volmar (Hg.) 2009, 267-282, siehe auch Helmholtz' Begriff der "Zwischenzeiten" bei der Messung von Nervenlaufzeiten am Froschschenkel

78 Helmar Frank, *Kybernetische Grundlagen der Pädagogik. Eine Einführung in die Informationspsychologie und ihre philosophischen, mathematischen und physiologischen Grundlagen*, Baden-Baden (Agis) / Paris (Gauthier) 1962, 91

79 Knut Hickethier, "Synchron. Gleichzeitigkeit, Vertaktung und Synchronisation der Medien" (konzentriert auf TV), in: Werner Faulstich / Christian Steininger (Hg.), *Zeit in den Medien / Medien in der Zeit*, München (Fink) 2002, 111-129 (125)

- Taktung gereicht zur Begründung des Digitalen an sich (hier im Anschluß an Aristoteles' mathematisierten Zeitbegriff): "Julian Bigelow, Mitarbeiter Norbert Wieners und John von Neumanns, schrieb etwa: »Ich glaube es ist entscheidend hervorzuheben, dass das [Digitale] eine verbotene Zone des Dazwischen einschließt und eine Abmachung, niemals irgendeinen Wert dieser verbotenen Zone zuzuschreiben.« »Behandle sie, als würden diese Übergänge einfach nicht existieren«, empfahl der Psychologe John Stroud, und der Logiker Walter Pitts riet, »die aktuelle Kontinuität [zu] ignorieren.«⁸⁰ *Tertium non datur*. Und weil alles digitale Rechnen eine Funktion der Zeit ist, lässt sich mit Norbert Wiener, dem Namensgeber der Kybernetik, einfach konstatieren, dass dessen Grundlage die Schaffung einer »time of non-reality« ist <ebd., 158>, die zwischen zwei stabilen Zuständen liegt, deren »Realität« sie durch ihre eigene *non-reality* erst begründet und ihnen damit zur Operationalität verhilft" = Beitrag Claus Pias, in: Volmar (Hg.) 2009

- Ersterwähnung des "Digitalen" im Kontext von elektronischen Computern: Diss. / Publikation Dennhardt, *Die Flipflop-Legende*

- getaktete Uhr das zeitkritische Geheimnis des sogenannten Digitalen: "Dass die Bilder jetzt numerisch werden, folgt derselben zeitlichen Auflösungslogik, die keinen anderen Sinn oder Zweck verfolgt, als schneller verschickt und kleiner verpackt zu werden" = Beitrag Christina Vagt, in: Volmar (Hg.) 2009, Schlußsatz

- *clocking* im Computer

- Acoustic Delay Line; Ultraschall-Verzögerungsleitung zwischen "speichert" Information in Form einer Sequenz von Pulsen: "Because the pulses travelled at the speed of sound, they were not only stored in space but in time, too. The distance from once crystal to the other and the time that the wave took to traverse this distance provided the basic beat. In addition a clock drove the line so that symbols could be positioned within the flow of time" = David Link, *There Must Be an Angel. On the Beginnings of the Arithmetics of Rays*, in: Siegfried Zielinski / ders. (Hg.), *Variantology 2. On Deep Time Relations of Arts, Sciences and Technologies*, Köln (Walther König) 200xxx, 15-42 (30). Setzung einer eigenen, maschinen-selbstreferentiellen Zeitbasis und der Zirkulation, also Ökonomie von Zeit-Zeichen als Information; schließt sich das System zu einem eigenen mikrozeitlichen Kosmos: "This clocking <...> must keep the pulses in step as well as prevent degeneration of the pulses over a number of cycles", heißt es in der medienarchäologisch grundlegenden Beschreibung⁸¹, und

⁸⁰ *Cybernetics - Kybernetik. Die Macy-Konferenzen 1946-1953*, hrsg. von Claus Pias, 2 Bde., Zürich / Berlin 2003-04, Bd. 1, 186f. (Übersetzung Claus Pias).

⁸¹ T. Sharpless, *Mercury delay lines as a memory unit*, in: *Proceedings of a Symposium on Large-xxx Culculating Machinery*, 7.-10. Jan. 1947, hg. v.

Link unterstreicht: "It is not the pulses themselves that are reflected repeatedly but their coincidence with the external rhythm" = Link, "Angles", 31; Engführung des Wortspiels vom Algorhythmus; "anharmonischer Oszillator"

Die schwingende Saite: Zeitweisen im Akustischen und die Sonifikation des elektromagnetischen Feldes

- Barkhausens *Schwingungslehre* 1958; pythagoreische Tradition erst von diesem wirkliche medienbezogenen Ansatz her rückblickend (rekursiv) aufrollen, um sich nicht in geistesgeschichtlicher Tradition zu verlieren. Medienwissenschaftlicher Ansatz setzt abkürzende Schnitte an Momenten der Eskalation - wo neue epistemische Fragen entstehen, etwa die nach der Analogie mechanische Schwingung / elektrischer Schwingkreis; in Epoche der Entdeckung des elektrischen Schwingkreises das Wissen mit antiker Tradition aufgeladen wie ein geistesgeschichtlicher Kondensator, doch die Erfahrung des apparativen Vollzugs fordert ein neu justiertes Denken heraus, in einer konkreten Weise, die mit hermeneutischer Textüberlieferung bricht - sowohl in Hinsicht auf das überlieferte Wissen wie die Methode der Medien-Wissenschaft

- *Ethermapping*, die medienkünstlerischen Arbeiten von Zita Joyce: Vermessung der Radioaktivität um Auckland (Neuseeland) herum. Deren Arbeit *Tales of the Ether* "emphasizes the radiosphere's *cairotic* <sprich: zeitkritisches> Moment, time-varying propagation conditions (soil sanity, atmospheric conditions) and temporally confindesource activity" = Oswald Berthold, <https://www2.informatik.hu-berlin.de/~bertolos/EM-Sniffers/EM-Sniffer.pdf>, S. 13

- Fourier-Analyse bei Leibniz vorweg gedacht, als das, was den *pétits perceptions* nicht entgeht: "Jede Seele erkennt das Unendliche, erkennt alles, aber in verworrener Weise; so wie ich, wenn ich bei einem Spaziergange am Meeresufer das gewaltige Rauschen des Meeres höre, dabei doch auch die besonderen Geräusche einer jeden Woge höre, aus denen das Gesamtgeräusch sich zusammensetzt, ohne sie jedoch von einander unterscheiden zu können"⁸²; "rechnet" das Ohr für Helmholtz fourieranalytisch, wie für Leibniz implizit

- Geigenton als Funktion seiner Saitenschwingungen wird "immer entweder *empirisch* bestimmt, oder nach der physikalischen Saitenformel *kalkuliert*" <Thomastik 1932: 19>

- Impulse / Welle; Hammerschlag und Schwingung (Pythagoras, Helmholtz)

William Aspray, Cambridge, Mass. 1985, 103-109

82G. W. Leibniz, Hauptschriften zur Grundlegung der Philosophie, hg. v. E. Cassirer, Bd. II, Schriften zur Metaphysik III: Die Vernunftprinzipien der Natur und der Gnade, 423- (431)

- privilegiertes Verhältnis von Ohr und Zeit: "Das Gehör ist von allen Sinnen derjenige, der die Zeit am feinsten auflöst. Kurze zeitliche Gegebenheiten hören wir besser, als wir sie sehen" = Spitzer 2002: 78; darf das Ohr nicht zu sensibel sein, "sonst würden wir das Rauschen der Moleküle aufgrund der Wärmebewegung hören" <ebd.>

Zum Begriff der „zeitbasierten Medien“ und seine zeitkritische Zuspitzung

- "zeitbasierte" Medien im sanften Sinne in die Zeit gebettet (äquivalent zur Sinuskurve, zur harmonischen Schwingung, zur gleichmäßigen Periode); zeitkritische Prozesse eine akute Zuspitzung, Sägezahnsignal

- Thermodynamik; Neil Gershenfeld, der auf die Frage "Why does computation require energy?" lapidar antwortet: "Because there must be some irreversibility to ensure that calculations go forward (from inputs to outputs) and not in reverse"

- "Weil der Begriff 'zeitkritisch' die analytische Aufmerksamkeit auf die Bedingungen und Grenzen von Zeitlichkeit und der Gegenstand 'Computer' diese Analyse auf zeitliche Symbolverarbeitung fokussiert, "sagt dieser Titel wesentlich mehr als ein Weitwinkel über 'time based media'" = Formulierung Martin Carlé, Vorfeld Seminar WS 2002/03 *Computer als zeitkritisches Medium*

Zeit in Physiologie und Neurobiologie: Der "Zeitsinn" und seine medienarchäologische Meßbarkeit (Auto/Korrelationen). Echtzeit, „Realtime“

- Textverschickung im Internet: Aufteilung in Datenpakete, zu verschiedenen Zeitpunkten, nonlineare Zeit / Adresse; PING Art Echolot im Netzwerk: Packet Internet Groper (Netzwerk-Datenpaket-Abtaster); beschreibt Zeitspanne zwischen Aussenden Datenpaket und unmittelbar zurückgeschickten Antwortpakets; Datenpakete verschickt, Zeitintervall gemessen, daraus Mittelwert gebildet; entscheidend für Online-Spiele; "ping of death" als "denial" / Überfluten mit Daten; "Heart beat" als Abfrage des Servers; Echolot vertikale Sendung von Schallimpulsen (Ping), und zurück; errechnet aus Laufzeit und Geschwindigkeit), Sonar horizontal

- "graphische Methode": Marey verweist auf Guido von Arezzo, dessen "notation musicale" es ermöglichte, "mouvements très-fugitifs, très-déliçates et très-complexes" zu registrieren: musikalische Notation als Aufzeichnung zeitlicher Signalfolgen <Marey, Du mouvement, 93>. Marey zufolge erzeugt das Zittern angespannter Muskeln selbst Töne der Frequenz von 32-35 "vibrations par seconde"; diese "tonalité des muscles" zeichnet er mit seinem Myographen auf <Marey, Du mouvement, 213f>. Das Gegenstück dazu ist Léon Scotts Phonautograph; Chadarevian 1993, 47

- verdinglichte Autokorrelation: Michelson-Interferometer
- technisch garantierte Verzögerungszeiten; für den Betrachter Simultaneindruck

Duden-Definition "Echtzeit": 1. vorgegebenes Zeitfenster, 2. Eindruck der Gleichzeitigkeit zur Realität, "r/echtzeitig"; bildet eine Mensch-Maschine-Kopplung (Automobil) im kybernetischen Sinne ein Echtzeit-System; P. Holleczeck / B. Vogel-Heuser, *Mobilität und Echtzeit*, Pearl 2007

Diskrete Ertastung oszillierender Phänomene: der springende (Bild-)Punkt

- Nipkow-Scheibe; "Mythos Bildpunkt"; vom Eckigen ins Runde: Im Extremfall von unmittelbar nebeneinander liegenden Bild"punkten" hat die gewonnene Spannung eine (*realiter* infinitesimal angenäherte) Rechteckform, die sich gemäß der Fourier-Reihe in Sinusspannungen der ungeraden Harmonischen zerlegen läßt.

- Analyse musikalischer Informationsverarbeitung im menschlichen Innenohr: "Das mathematische Verfahren der Autokorrelation, in der mit Sinusfunktionen das Vorhandensein von (sinusförmigen) Spektralkomponenten in Frequenzgemischen geprüft wird, liefert nur abgerundete Übergänge zwischen dem Ergebnis 'vorhanden' und 'nicht vorhanden'"⁸³; wirkliche Zerlegung von sinusförmigen Komponenten (Fourieranalyse) findet im Gehör *nicht* statt. "Im Gegenteil: sogar sinusförmige Schallwellen werden neuronal getriggert [digitalisiert] und in Impulsfolgen verwandelt" = Fricke ebd.; ist es die unterschiedliche Form des Zeitfensters, durch die sich die analoge und die digitale Perspektive unterscheiden: "Die Prüfung der Koinzidenz (digitaler) Nervenimpulse unterscheidet sich von der analogen <...> insofern, als die Gleichzeitigkeit innerhalb eines Rechteckfensters geprüft wird. Die Nervenzellen / kennen nur zwei Zustände: entweder sie reagieren ("feuern") oder sie tun es nicht. Die Gleichzeitigkeit des Ankommens zweier Impulse in einem "Undgatter" ist aber auch im digitalen Bereich mit einer <zeitkritischen> Unschärfe behaftet, die aus der Impulsbreite und den Reaktionszeiten der Nervenzelle resultiert. Das bedeutet, das Rechteckfenster der Gleichzeitigkeit ist nicht unendlich schmal wie ein <groß-Delta>-Impuls, sondern hat eine gewisse Breite" = Fricke 2005: 134 f.

- Nelson Goodman, *Tilgen und Ergänzen*, in: ders., *Sprachen der Kunst*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1998, 158 ff.: Kurve punktweise abtasten / aus Punkten eine Kurve erzeugen, durch Interpolation und Extrapolation

⁸³ Jobst B. Fricke, *Psychoakustik des Musikhörens*, in: Helga de la Motte-Haber, *Modelle der musikalischen Wahrnehmung*, in: dies. / Günther Rötter (Hg.), *Musikpsychologie*, Laaber (Laaber-Verl.) 2005, 101-155 (134)

- Begriff des "Algo/rhythmus": analoges Fernsehsignal hinsichtlich der Bandbreite (Frequenz) im Takt, hinsichtlich der Zeilensignalamplitude im Rhythmus

- bedeutet Sampling zunächst, daß zu einem beliebigen Zeitpunkt t ein analoges Signal mit dem reellzahligen Wert $f(t)$ abgetastet wird. Wird dieser Wert nun quantisiert, stehen je nach verwendeter *bit*-Tiefe nur endlich viele diskrete Werte zur Verfügung, so daß in der Quantisierungsstufe immer nur der nächstgelegene ganzzahlige Wert gewählt werden kann. Was zunächst als Opfer an physikalischer Welthaftigkeit den mikrogeschichtlichen Index zu verlieren scheint, mag aus quantenphysikalischer Sicht gerade eine Annäherung an die diskrete Natur im Innersten der Dinge darstellen

Parallelität versus Sukzession, zeitkontinuierlich versus zeitdiskret in der Elektronik: das (elektro-)technische "Bild"

- "zeitkritisch Fernsehen"; das elektronische Bild als halb-digital, halb-Schwingung, nämlich durch Sägezahnsignal hervorgerufene Ablenkung / "Umbruch" der Zeile

- Während bei der Bildtelegraphie die Aufteilung des Bildes in Abtastzeiten durch den Vorschub pro Umdrehung der Trommel vorgegeben "und zahlenmäßig" - also in Frequenzen abzählbar - "genau bestimmt ist, bestehen für die Differenzierung der Zeilen in 'Bildpunkte' gewisse Schwierigkeiten und Willkürlichkeiten der Definition"⁸⁴; nichts als eine heuristische Fiktion, "die Bildfläche g e d a n k l i c h in eine bestimmte Anzahl von 'Punkten' (Rasterelementen) aufzulösen, deren Länge, gemessen in der Abtastrichtung, durchweg die gleiche ist" = ebd.; der zeitkritische Moment: "Die Zeit, in der die Gesamtheit der gedachten Bildpunkte übermittelt werden kann, <sc. ist> um so kürzer <...>, ein je breiterer Frequenzbereich zur Verfügung steht" = ebd.; gilt verschärft angesichts eines Extremfalls: dem "plötzlichen Übergang von Schwarz zu Weiß, dem ein Sprung des photoelektrisch erzeugten Fernbildstromes von Null bis zu einem Maximalwert <...> entsprechen möge. Wir sehen dabei von der Abflachung des Anstieges ab, die durch die endliche Ausdehnung des abtastenden Lichtfleckes bewirkt wird. Einen solchen Stromstoß pflegt man mathematisch darzustellen durch ein Fourierintegral <...>. Dieses Integral kann so gedeutet werden, daß die Funktion $J(t)$ sich additiv zusammensetzt aus unendlich vielen Teilschwingungen" mit jeweiliger Amplitude und Frequenz. "Es wäre also zur Wiedergabe eines derartigen Stromsprunges ein unendlich weiter Frequenzkanal erforderlich" = ebd., 388 f.

- menschlichen Wahrnehmung blitzschneller Schwingungen (etwa Funkenüberschlag), wo das Auge durch Integration scheinbar parallele

84 Franz Tuczec, Leitungsbildübertragung, in: Schröter (Hg.) 1930, Kap. X, 388-(388)

Muster sieht, tatsächlich aber ein diskretes Nacheinander herrscht; unter umgekehrten Vorzeichen das Geheimnis des elektronischen Bildes: werden zeilenförmige Signale, an sich zeit- und wertkontinuierlich, von (durch Säge- oder Drachenzahnspannungen erzwungene) Rechtecksignalen flankiert, zum Zweck des Zeilensprungs und endlich auch des Bildwechsels; insofern ist auch analoges Fernsehen schon halbdigital

- gibt telegraphische Sukzession die zeitliche Logik der technischen Bilder vor: nur eine Leitung zur Verfügung

- Für die Restaurierung frühere Videokunst, etwa im "Labor für antiquierte Videotechnik" am ZKM in Karlsruhe, darf daher auch ein TBC nicht fehlen: ein elektronisches Modul namens Time Base Corrector, der (analogelektrotechnisch) die jeweils zwei Halbbilder des Videos wieder aneinanderpaßt.

- Interfaces / Schnittstellen: seriell / parallel; entscheidend für die analog/digital-Umwandlung (und umgekehrt), etwa in der Kopplung von Analog- und Digitalcomputern: "Ein Multiplexer schaltet aus einer Anzahl paralleler analoger Eingänge in zeitlicher Aufeinanderfolge jeweils einen aus und verwandelt die Parallelinformation so in eine serienorganisierte Information um."⁸⁵

- Kernmatrixspeicher im Computer

- "Because the EDVAC would be so much faster, smaller, and simpler than the ENIAC, the use of parallelism to gain speed was no longer needed and so it was decided to store numbers serially and process them serially. The guiding principle of EDVAC design was: One thing at a time, down to the last bit!" = William Aspray / Arthus Burks, Computer Architecture and Logical Design, in: Papers of John von Neumann on Computing and Computer Theory, Cambridge, Mass. / London / Los Angeles / San Francisco 1987, S. 5 f.

- unterscheiden sich Rechenautomaten in der internen Datenübertragung: "Im *Parallelbetrieb* werden alle Stellen eines Wortes zum gleichen Zeitpunkt (Takt) durch eine entsprechende Anzahl von Leitungen gesandt. Das erfordert einen großen technischen Aufwand" = Horst Götzke, Programmgesteuerte Rechenautomaten. Grundlagen, Aufbau, Arbeitsweise. Anwendungen für Digitalrechner, Datenverarbeitungsanlagen, Analogrechner und Hybridsysteme, Leipzig (Fachbuchverlag) 1968, 135

- Prinzip der von-Neumann-Architektur, strikt sequentiell *versus* Parallelrechner (Mark I von Aitken / IBM); heute: "massiv parallel"; alternativ: Analogcomputer, der in "Echtzeit" rechnet

⁸⁵ Horst Götzke, Programmgesteuerte Rechenautomaten. Grundlagen, Aufbau, Arbeitsweise. Anwendungen für Digitalrechner, Datenverarbeitungsanlagen, Analogrechner und Hybridsysteme, Leipzig (Fachbuchverlag) 1968, 270

"Linear prediction", zeitkritische Ökonomie: Antizipationen der unmittelbaren Zukunft und Zuspitzungen der Aufmerksamkeit

- Wieners Umschalten von "harmonischer Analyse" auf Statistik; Mindell 2004

- Norbert Wiener (1948), Newtonscher und Bergsonscher Zeitbegriff, in: Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung in Lebewesen und Maschine. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt 1968 (2. Aufl.), 53-69; Henri Bergson (1888): Essai sur les données immédiates de la conscience. Dt: Zeit und Freiheit, Hamburg: Europäische Verlagsanstalt 1994

- scheidet Bergson den physikalischen Zeitbegriff (Uhrzeit, diskret, gleich der Sprachanalyse durch das Vokalalphabet) vom Begriff des menschlichen Zeitbewußtseins, der "Dauer"; damit gegen Aristoteles in der Tradition von Augustin (Husserl, *Innere Zeitbewußtsein*); analog dazu mathematischer Formalismus (Hilbert, "Papiermaschinen", Turing) vs. Intuitionismus (Brouwer, Weyl): Kontinuitätsempfindung

- Differenz des elektronischen Bildes zu jenem kinematographischen Bewegungseffekt, den Bergson als Vorschein von Dauer kritisiert: TV und Video nicht mehr vollständige fps (Bilder pro Sekunde), sondern zeitkritischen Entwicklung elektrischer Signale, Entfaltung in der Zeit, die den Begriff des "Bildes" metaphorisiert / "überträgt"; Christina Vagt, in: Volmar (Hg) 2009

- Bergson zufolge ein positivistischer Trugschluß anzunehmen, daß menschliches Gedächtnis funktioniert wie Chronophotographie, die in mechanischer und gleichgeschalteter Abtastung eine Bewegung mit der Frequenz 12/s abspeichert = Henri Bergson, : Matière et Mémoire [1896]; dt: Materie und Gedächtnis. Eine Abhandlung über die Beziehung zwischen Körper und Geist, Hamburg (Meiner 1991), 17

- Leitbild Elektrizität: Gehirn als Telephonzentrale, deren Aufgabe ist sei, "die Verbindung herzustellen" – oder aufzuschieben = 14; Hinweis Deleuze: bewußte Wahrnehmung für Bergson ein Stromkreis, "in dem alle Elemente, das wahrgenommene Objekt einbegriffen, im Verhältnis gegenseitiger Spannung stehen wie in einem elektrischen Stromkreis, so dass keine Reizung, die das Objekt ausschickt, sich etwa unterwegs in den Tiefen des Geistes irgendwo verlieren kann: sie muss immer wieder zum Objekt zurück"

- Georges Didi-Huberman, Das Auge öffnet sich, die Lampe erlischt. Bemerkungen über Bergson und die Kinematographie, in: *Theatrum Scientiarum. Instrumente in Kunst und Wissenschaft*, hrsg. von Helmar Schramm et. al. Berlin: de Gruyter, Bd. 2, 2006

- Bergson, in *Materie und Gedächtnis*, Bezug zu Mareys Chronophotographie: "In großen, sehr großen Zwischenräumen und

jedesmal über ungeheure Perioden der inneren Geschichte der Dinge hinweg werden quasi momentane Bildaufnahmen gemacht [. . .]. So ziehen sich die tausend aufeinander folgenden Stellungen eines Läufers in eine einzige symbolische Handlung zusammen, welche unser Auge wahrnimmt, die Kunst darstellt und welche für jedermann das Bild eines laufenden Mannes wird" = 207

- "Wesen" der Dinge wird zu statistischem / chronophotographischen Durchschnittswert: "Durchschnitt" sei es, "den wir denken, wenn wir vom Wesen eines Dinges oder dem Dinge selbst reden" = Schöpferische Entwicklung: 314 f.

- meint Chronophotographie, medienachälogisch buchstäblich gelesen, Zeit als Subjekt und Objekt der Photographie: Photographie einer tickenden Uhr (mit Sekundenzeiger) durch eine Serienkamera (Lomo) rasch hintereinander (8 Bilder/Sek.). In Erinnerung an Aristoteles' Definition der Zeit: Zeit als Maß/zahl der Bewegung durch die Bewegung des (photoapparativen) Mediums selbst mit produziert

- lenkt Foucaults *Überwachen und Strafen* die Aufmerksamkeit ebenso "auf das gleichermaßen alte Erbe der *Zeitplanung*, die bis hinunter zur Rechnung in Sekunden verfeinert wird" = Hilmar Kallweit, Archäologie des historischen Wissens. Zur Geschichtsschreibung Michel Foucaults, in: Christian Meier / Jörn Rüsen (Hg.), *Historische Methode* (= Theorie der Geschichte Bd. 5), 1988-, 267-299 (290) - und in der von-Neumann-Architektur des Computers bis hinunter auf den Takt (zuvor in Film: 24 Bilder/Sek.). "Etwa bei der Zerlegung des Exerzierens in ein genauestes anatomisch-chronologisches Verhaltensschema" <ebd.>

- menschliche Musikwahrnehmung: Gehör wertet "den durch Logarithmierung zu bildenden Informatinsgehalt $i = \log(1/p(g))$ von, im Prinzip beliebigen, empirisch wahrnehmbaren Musikmerkmalen" aus, "deren Auftreten aufgrund vorangegangener Ereignisse jeweils mit Wahrscheinlichkeiten p erwartet wird, wie sie aus einer 'Wissensbasis' W vorab bekannt sind"⁸⁶

- Speicherprogrammierbarkeit: Computer als zeitkritisches Medium; Georg Christoph Tholen / Michael O. Scholl (Hg.), *Zeit-Zeichen*, Weinheim (VCH) 1990, 15: "Die Sequentialität der modernen Rechnersteuerung erlaubt es, jegliche Zustände eines linearen, simultanen oder gekrümmten Zeitraums in berechenbare Entscheidbarkeit aufzulösen" <15>

- Beitrag Giessmann in Volmar(Hg.) 2008; *Wiederkehr der Post*. Paul Barans Zertreuungen: "There are two requirements that must be met to build such a quasi-real-time system. First, the in-transit storage at each node should be minimized to prevent undesirable time delays. Secondly, the shortest instantaneously available path through the network should be

86 Gunthard Born, Musik und ihre Bedeutung, in: *Kunstwerk und Biographie*. Gedenkschrift Harry Goldschmidt, hg. v. Hanns-Werner Heister, Berlin (Weidler) 2002, 155-175 (158)

found with expectation that the status of the network will be rapidly changing" = Baran: Distributed Communications, I, S. 24.

- Geert Lovink, Dark Fiber (2002); darin Aufsatz "Net Time"; "time sharing" in: Michael Hauben / Ron Hauben, Netizens

- Computer(zwischen)speicher: Auf den ersten Blick ist die aus der Radar(monitor)technik vertraute Option, optische Signale für kurze Zeit aufzuschieben / aufzuheben / zu dehnen insignifikant zu wirklichen Gedächtniszwecken: "It is <...> possible to delay the signal by means of a 'storage tube'", beschreibt Ridenour die Alternative zur Ultraschall-Delay Line.⁸⁷ Doch entscheidend ist "that by using the time gained by short-term storage for refreshing the data just read, memory could be extended indefinitely", beschreibt David Link diesen Akzentwechsel von epistemischer Dimension⁸⁸: von der emphatischen Langzeitarchivierung zur dynamischen Zwischenspeicherung; eine elliptische Stauchung des Archivs, vergleichbar mit der Abkürzung von emphatischer Geschichtszeit zur transitiven Mikrozeit in operativen Medien.

Sprungfunktionen: Technomathematik der Impulse

- "Lichtimpuls"-Uhren und zeitlicher Verzögerung, in: Silvio Bergia, Einstein. Das neue Weltbild der Physik, Heidelberg (Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft), 2. korr. Aufl. 2002, 33-35

- Bivibrator: Gitter- und Anodenspannungs-Kurvendiagramm einer Elektronenröhre "während des Kippens", in: Stöllner 1964: 54, Bild 3.3-3 = "time of non-reality" (Norbert Wiener auf Macy-Konferenz); daneben: Oszillogramm "Schmitt-Trigger. Eingangs- und Ausgangsspannung stark gedehnt. Hysterese ca. 3 V", in: ebd.: 65, Bild 3.4-5; daneben: "Verhalten von Impulsen auf einem Laufzeitkabel", in: ebd., 134, Bilder 4.2-4 bis 4.2-6

- Akustik als Zeitmeßform, wie von Aristoteles als Laufzeit bemerkt und damit zur Vermutung eines Dazwischen, eines Mediums führt; wird Zeit indirekt hörbar, 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

87 Louis N. Ridenour (Hg.), Radar System Engineering, Massachusetts Institute of Technology Radiation Laboratory Series, Bd. 1, New York 1947, 631

88 David Link, There Must Be an Angel. On the Beginnings of the Arithmetics of Rays, in: Siegfried Zielinski / ders. (Hg.), Variantology 2. On Deep Time Relations of Arts, Sciences and Technologies, Köln (Walther König) 200xxx, 15-42 (38)

- Dirac-Impuls anstelle der Metaphysik des Punkts: "Eine beliebige Funktion $\psi(x)$ kann als Summe von Nadelfunktionen aufgefaßt werden" = Károlyházy 1985: 86, Legende zu Abb. 22b

- Leibniz glaubte, in den sich am Sandstrand brechenden Meereswellen die Natur selbst sich rechnen, buchstäblich *kalkulieren* zu hören (dem Gehör traute er diese *petites perceptions* ebenso zu wie später Hermann von Helmholtz, demzufolge die Basilarmembran Frequenzen rechnet). "Was sich in Siliziumchips, die ja aus demselben Element wie jeder Kieselstein am Wegrand bestehen, rechnet und abbildet, sind symbolische Strukturen als Verzifferungen des Reellen" = Friedrich Kittler, Optische Medien, Berlin (Merve) 2002, 320; Lessing zufolge wird eine Falte geworfen durch den "vorigen Augenblick des Gewandes und itzige des Gliedes" = zitiert nach Siegert 2003: 220 - eine differentiale Verschränkung, eine infinitesimale Annäherung von aktueller Gegenwart und im Nu vergangener Gegenwart: Zeitfaltung; übersieht Leibniz in seinem Willen zu kontinuierlichen, nicht-sprunghaften Naturprozessen, daß eine Welle, sobald sie sich bricht, sich selbst vorausseilt, also unstetig in einen anderen zeitlichen Zustand kippt. Am Strand rechnet sich unter der Hand eine andere, *emergierende* Mathematik (um im Bild der Welle zu bleiben): "Ausgerechnet die Brandung, die Leibniz ins Ohr gesungen hat, daß die 'sinnlichen Ideen' aus unendlich vielen aktual infinitesimal kleinen Einzelschwingungen zusammengesetzt sind, ist nun dabei, sein Kontinuitätsproblem zu verletzen. Die Leibnizschen Ontologie des Infinitesimalen überholt sich selbst" = Siegert 2003: 235; formuliert Bernhard Riemann die Mathematik des Verdichtungsstoßes: Sobald an einem Punkt der in einem Funktionsgraphen symbolisch modellierten Welle die Dichtigkeitsstufe senkrecht zur Abszissenachse tritt, "tritt in dieser Curve eine Diskontinuität ein, so dass ein größerer Werth <...> einem kleineren unmittelbar nachfolgt" <zitiert hier nach Siegert 2003: 236> - was die Prinzipien von Ursache und Wirkung in der Klassischen Physik verletzt. "Die Verdichtungswellen, d. h. die Theile der Welle, in welchen die Dichtigkeit in der Fortpflanzungsrichtung abnimmt, werden demnach bei ihrem Fortschreiten immer schmaler und gehen schliesslich in Verdichtungsstöße über" <ebd.>, mithin: diskrete Impulse. Diskrete Pulse von endlicher Amplitude und gegen Null gehender Dauer aber laufen auf Dirac-Impulse, also auf die Delta-Funktion, wie es nur noch im Modus mathematischer Analysis in dieser Form (ulierung existiert, sich aber am Effekt der Überschallgeschwindigkeit auch phänomenologisch, nämlich akustisch manifestiert - als Knall, schneller als der Schall, also als zeitkritischer Überschlag

- für manche Zwecke statt sorgfältig geformten Rechteckimpulsen eher Kurzimpulse mit langen Intervallen erwünscht; R. S., Grundlagen der Impulstechnik, III. Teil, in: Funk-Technik Nr. 20 (1947), 11 f.

- Sampling und Quantisierung von Meßwerten, also die zeit- und wertdiskrete Abtastung zeit- und wertkontinuierlicher Signale. "Die 'time of non-reality' liegt hierbei in der Frage der Abtastzeitpunkte, die in mathematisch idealer Form durch einen Kamm von Dirac-Impulsen (*Dirac peaks*) realisiert werden, also beliebig hoher und beliebig schmaler

Funktionen. Weil aber im Realen alles Zeit braucht" - bzw. diese Null-Zeit wäre das undarstellbar Reale (im Sinne Lacans) -, "gibt es nur *Abtastzeiträume* in Form von Rechteckimpulsen"⁸⁹, in denen das *Delta-t* signaltechnisch wird

- Sprungfunktionen, praktisch ohne Einschwingverhalten, der ideale binäre Schalter: ohne Zeitverzögerung; annäherungsweise realisiert in mechanischen Getrieben. "Natürlich kann eine Sprungfunktion nur näherungsweise differenziert werden, da ihre exakte Ableitung $\langle \dots \rangle$ einen unendlich großen Wert innerhalb einer unendlich kurzen Zeit verlangt und sonst Null sein müsste (sogenannte 'Dirac'-Funktion). Dies ist physikalisch unmöglich"⁹⁰; kommt jene Funktion Dirichlets ins Spiel, die unendlich dicht und oft zwischen zwei Werten oszilliert⁹¹; Paul A. Dirac, "Introduction of the δ function", in: ders., *The Principles of Quantum Mechanics*, Oxford, 2. Aufl. 1935, 72 f.

- "Oliver Heaviside conceptualized telephone signals not simply in terms of Ohm's law of voltages and currents but as electric waves travelling down the line. Heaviside observed that over certain frequencies and distances, increasing the inductance of the line could actually reduce attenuation. Such passive inductors placed at discrete intervals along the wire became known as *loading coils* and increased transmission distance. Michael Pupin $\langle \dots \rangle$ and George Campbell $\langle \dots \rangle$ made the loading coil a practicable electrical device" = Mindell 2004: 109; vor dem Einsatz von elektronischen Verstärkerrelais (Lieben-Röhren) das Problem der Dämpfung telephonischer Übertragung in Leitungen durch die Methode des *loading* gemindert, um verzerrungsfreie Darstellung der Stimme zu erhalten; Kilian Hirt / Axel Volmar, Kanalarbeit. Das Übertragungsproblem in der Geschichte der Kommunikationstechnik und die Entstehung der Signalverarbeitung, in: Volmar (Hg.) 2009, 213-238. O-Ton Heaviside: "Like a kind of fly-wheel, the self-induction imparts inertia and stability, and keeps the waves going."⁹² Ingenieur und Mathematiker George A. Campbell realisiert dies durch quasi rhythmische (in Intervallen) Einfügung von Spulen in die Leitung; bringt den Abstand der Spulen mit der Wellenlänge in Zusammenhang (Resonanzprinzip)

89 Claus Pias, *Time of Non-Reality*. Miszellen zum Thema Zeit und Auflösung, in: Volmar (Hg.) 2009, 267-282 (xxx)

90L. von Hámos, Das Prinzip der Rückkopplung, der Regelung und der nichtdigitalen Rechenkomponenten, in: Helmar Frank (Hg.), *Kybernetische Maschinen. Prinzip und Anwendung der automatischen Nachrichtenverarbeitung*, Frankfurt/M. (S. Fischer) 1964, 133-145 (140)

91 Gustav Lejeune Dirichlet, Über die Darstellung ganz willkürlicher Functionen durch Sinus- und Cosinusreihen, in: G. Lejeune Dirichlet's Werke, hg. v. L. Kronecker, Berlin 1889, Bd. I, 135

92 Heaviside, *Electromagnetic Theory*, 1925, 320f, zitiert nach Paul J. Nahin, *Oliver Heaviside. The Life, Work, and Times of an Electrical Genius of the Victorian Age*, London 2002, 174

- Über die ingenieurstechnische Optimierung hinaus aber forscht Heaviside auch technomathematisch: "His *operational calculus* reduced the solution of complex differential equations to simpler algebraic manipulation. He introduced a *step function* <...> to analyze a circuit, network, or system in terms of its response to a sudden shock. How a system received the shock <...>, today termed *impulse response* - determined the response of a system to any arbitrary input. The technique was analogous to hitting the system with a hammer and watching vibrations as they died out. <...> This *transient-response* approach described short, instantaneous events" <Mindell 2004: 109>. Ausgerechnet hier findet der Umschwung vom Analogen (die Analogcomputerberechnung von Differentialgleichungen) zum Diskreten (mit hin zum digitalen Rechner) statt. Fortan sind Stimmsignale über Telephonleitungen nicht mehr schlicht Schwankungen von Schwingungen, sondern als dichte Serie solcher Zeit-Punkte machbar.

- "digitales", d. h. binäres Signal schaltet nur scheinbar diskret zwischen zwei Zuständen; tatsächlich durchläuft es nach wie vor kontinuierlich und stetig den Wertebereich reeller Variablen, doch als Extremwert; gilt für binäre Schalter in Computern ebenso wie für Neuronen im Gehirn

- Sprungfunktion gewissermaßen die Funktion binärer Signalverarbeitung

- dienen Kippspannungen zur Erzeugung steiler Impulse in elektronischen Systemen. "Das Umkippen von einer stabilen Lage in die andere, ausgelöst durch einen von außen zugeführten Impuls, ist ein dynamischer Vorgang und wird durch die in der Schaltung vorhandenen Zeitkonstanten bestimmt" = Stöllner 1964: 53; eine zeitkritische Zuspitzung, mithin Dynamisierung dessen, was als "0/1"-Logik allzu stationär und geometrisch erscheint: das Digitale *im Vollzug*, genuines Medienereignis als technomathematische Operation; tritt beim Zurückkippen die als Hysterese bezeichnete Erscheinung auf; erkennbar im Oszillogramm; Gibbssches Phänomen: Überspringer an Kippstellen der Schwingungskurven

- Pulse Code Modulation (seit 1943 an den Bell Labs entwickelt) quantisiert die nach Maßgabe des Abtasttheorems gewonnenen Signale, die auf der Zeitachse bereits diskret behandelt werden, seinerseits in abzählbaren Werten verwandelt und auf der denkbar einfachsten Impulsebene, nämlich als Null oder Eins, seriell in Code-Gruppen verschickt. Fünf Impulse - hier im Anschluß an den 5-bit-Code von Émile Baudot - reichen aus, die quantisierten Äquivalente zum herkömmlichen Alphabet und einige Sonderzeichen zu übermitteln; Siegert 2003: 286 f.

- realisiert Radartechnologie Operationen im elektromagnetischen Spektrum nicht mehr schlicht mit kontinuierlichen Schwingungen (AM), sondern mit diskreten Impulsen⁹³ (deren Zeitabstände in einem zeitkritischen Verhältnis zur ultrakurzen Wellenlänge der Radarantennen

93 Friedrich Kittler, *Optische Medien*, Berlin 2002, 305

stehen, nämlich um ein Vielfaches höher sein müssen); diese Praxis regt zur Umstellung auf Pulse Mode Modulation an. Dazwischen steht Frequenzmodulation: zwar noch kontinuierliche Modulation von Schwingungen, doch schon im Zeitrhythmus selbst, also ansatzweise diskret (im Sinne des Zusammenhangs von Numerik / Zählen und Zeit, technisch und Aristoteles)

- Impulsverzögerung, etwa die "Herstellung einer zu einer gegebenen Impulsreihe synchronen zweiten Impulsreihe, die gegen die erste um ein bestimmtes Zeitintervall Δt verschoben ist" = Stöllner 1964: 130

- Ableitung der *Sprungfunktion* (Heaviside) die Dirac Delta-Distribution, zeitkritischster aller Momente, für das Digitale entscheidend; bleibt die Unschärferelation auch hermeneutisch bestehen: je genauer Zeit-Punkte zu fassen gesucht, desto mehr entfliehen sie - kein Manko, sondern Definition von Zeit selbst (zumindest als medieninduzierte Zeit)

- wird das Digitale gefeiert, weil es gegenüber dem Analogen einen Gewinn an Genauigkeit in allen zählenden Prozessen darstellt; oszilliert es hingegen im schwingenden, also Zeitbereich; Unschärferelation in Analogie zu Schallwellen: "Eine Schallwelle einer einfachen Frequenz (oder Wellenlänge) korrespondiert zu einem reinen Ton, ähnlich zum Zustand eines Teilchens mit genau bekanntem Impuls. Um die Tonhöhe exakt zu bestimmen, muss man ihn eine gewisse Zeit hören, was vielen Schwingungen entspricht. Daraus folgt, dass ein reiner Ton nicht sehr gut 'zeitlich lokalisiert' ist. Wenn ich im Gegensatz dazu in die Händeklatsche, ist das Geräusch sehr kurz <sc. ein Impuls> und daher gut zeitlich lokalisiert, aber wenn ich wissen möchte, welcher Ton dazu gehört, so wäre es korrekt zu sagen, dass alle Frequenzen oder Töne in dem Geräusch vorhanden sind. Offensichtlich kann man nicht beides haben." <Sander Bais, Die Gleichungen der Physik. Meilensteine des Wissens, Basel / Boston / Berlin (Birkhäuser) 2005, 75>

- dem Abtasttheorem von Shannon/Nyquist zufolge das analoge Eingangssignal zunächst mit einer Rate abgestastet, die mindestens doppelt so hoch ist wie die höchste Frequenz des Input-Signals. "Das Ergebnis ist eine Puls-Amplituden-Modulation (PAM), das heißt ein Signal, das in einem seiner Parameter, der Amplitude, analog und im anderen, der Zeitvariablen, diskret ist" = Bernhard Siegert, Relais. Geschichte der Literatur als Epoche der Post, Berlin (Brinkmann & Bose) 1993, 286 - zeitkritisch mithin. Folgt die Quantisierung des PAM-Signals in der Darstellung durch 32 diskrete Stufenwerte; "by quantizing we limit our 'alphabet'", schrieben Oliver, Pierce und Shannon mit jener Technikern eigenen Begeisterung für analphabetisierende Methoden" = zitiert aus Text 1948: 1324, von Siegert ebd.

- Begriff des Quantisierens leitet sich von dem Quant als kleinster, abzählbarer Einheit physikalischer Größen ab. "Unterzieht man den Vorgang der Analog-Digital-Umsetzung von zeitlich veränderlichen analogen Größen einer <...> genaueren Betrachtung, so geht der

Umsetzung des Informationsparameters Signalamplitude in einen Digitalwert eine *zeitliche* Diskretisierung voraus. <...> Enthält eine Zeitfunktion $x(t)$ keine höheren Frequenzen als f_0 , so läßt sich der Originalverlauf aus Abtastwerten wiedergewinnen, die in Zeitabständen kleiner als die halbe Periode $T_0 = 1/f_0$ sind. <...> Anders verhält es sich mit der Diskretisierung der Amplitude. Hier tritt ein *prinzipbedingter Informationsverlust* auf" = Richter 1988: 39 f.

- reine Rechtecksendung erfordert Sprung; erzeugt immer Oberwellen, auf anderen Frequenzen auch hörbar; bevorzugt daher für Funk Sinusschwingung als Trägerwelle; bleibt es bei einer konstanten Trägerfrequenz; Pulsweitenmodulation nur über Drahtverbindung / Kabel; für Multiplex Sinuswellen (auch auf Leitungen); nicht diskrete Trägerpulse, damit in "Pausen" nicht Rauschen gehört wird, sondern "Stille"

- Pulsfolgenrhythmus hörbar machen; hört sich an wie FAX; Morsetaste würde nur Knacken hören lassen als Impuls; Oszillator einschalten

- vermögen lose gekoppelte Schwingkreise in Resonanz miteinander zu treten - für den Fall von "runden", also sinusoiden Schwingungen. Gilt dies auch für Rechteckschwingungen? gibt es "diskrete Resonanz"?

Welle oder Teilchen? Oszillierende Zeit. Die "String Theory" in der Quantenphysik

- E-Gitarre; fungiert die gespannte Saite (mehr als in bloßer Nachfolge des pythagoreischen Monochords) als Subjekt und Objekt medienepistemologischer Erkenntnis; das Pick-up, welches die Schwingungen elektromagnetisch wandelt / Induktion

- bilden sich überlagerte Zustände in der Quantenphysik - wie bei der schwingenden Saite oder Luftsäule - "nach dem Vorbild der Akustik"⁹⁴ - das "musikalische" Modell der sonischen Medientheorie; demgegenüber diskrete (gequantelte) Zustände "ohne Zwischenformen" <Bischof ebd.>; Dennis Gabor, "akustische Quanten" (1947); Elektronen und Photonen als bestimmte Schwingungszustände des Vakuums eine Provokation an die klassische Medientheorie des Dazwischen (Aristoteles' *to metaxy*); String-Theorie beschreibt "Licht und Materie wie die Musik eines verborgenen nichtmateriellen Instrumentes" - nämlich des "Raumäthers" = = Bischof 1995: 219, unter Bezug auf Hamprecht

- hat das Elementarteilchen der Elektronik, das Elektron, als Bestandteil eines Atoms (im einfachsten Fall: Wasserstoffatom mit einem Elektron) "zu keinem Zeitpunkt einen irgendeine angebbaren Wert <...>. Statt dessen wird der Ort durch eine breite Wahrscheinlichkeitsverteilung

94 Marco Bischof, Biophotonen. Das Licht in unseren Zellen, Frankfurt/M. (Zweitausendeins) 1995, 218

dargestellt"⁹⁵. Im Moment der Messung durch ein makrophysikalisches Meßinstrument wird eine Ortskoordinate festgelegt, aber damit auch der Zustand des Elektrons radikal verändert; diese Veränderung des Zustands durch die Messung "irreversibel" <ebd., 206>

- bringt jeder Meßakt den Apparat mit dem Objekte (etwa dem Elektron) "für einige Zeit in Verbindung" = Heitler 1964: 206; kommt ein $\Delta-t$ ins Spiel. "Denken wir uns den Meßapparat für die zur Messung notwendigen Zeit eingeschaltet. Wir wollen aber das Resultat noch nicht ablesen, wir legen etwa die photographische Platte, die das Resultat enthält, unentwickelt in die Schublade. Man kann leicht sehen, daß die Messung dann noch nicht völlig vollzogen ist. <...> Zu einer völlig vollzogenen Messung gehört also auch die bewußte Kenntnisnahme des Resultats durch den Beobachter" <Heitler 1964: 206>

- Louis de Broglies Modell der Materiewellen und Erwin Schrödingers Wellengleichungen; Beitrag Alexander Firyn, Gegen die Zeit, in: Volmar (Hg.) 2009, 299-306. Werner Heisenberg stellt eine epistemologische Gretchenfrage an die Elektronik: "daß nur solche experimentellen Situationen überhaupt in der Natur vorkommen, die in dem mathematischen Formalismus der Quantentheorie auch ausgedrückt werden können?" = Werner Heisenberg, Die Geschichte der Quantenphysik, in: ders., Quantentheorie und Philosophie, 1977, 3-21 (19 f.); kommentiert Firyn in Sinne einer vollständigen (Matrizen-)Mathematisierung von Medientheorie: "Statt über die konkreten Gegenstände zu reden - Elektronen - müsste man einfach nur die Gesamtheit der gemessenen Schwingungsfrequenzen berechnen, die gemessenen Ergebnisse also an die Stelle des befragten Gegenstandes schieben" = a. a. O.; der auditiven oder optischen Visualisierung widerstehen (Provokation der Medienkunst)

- Loslösung vom Newtonschen Fernwirkungsmodell durch Faradays Feldbegriff; de Broglies Materiewellen jedoch nicht mit Schwingungen einer Substanz oder Feldgröße verknüpft = Das Fischer-Lexikon Physik, hg. v. Walther Gerlach, Frankfurt/M. (Fischer) 1960, Eintrag "Materiewellen", 221-224 (221); fordert Quantentheorie, daß die Elektronen im Atom diskrete Bahnen zeichnen, bei deren Bestimmung ganze Zahlen (geradezu im pythagoreischen Sinne) auftreten. "Die einzigen Erscheinungen in der Physik, bei denen ganze Zahlen vorkommen, sind aber Interferenzerscheinungen und Eigenschwingungen. Hier entstand die Idee von de Broglie, auch den Elektronen im Atom und dann allgemein jeder Korpuskel eine Periodizität zuzuschreiben" <ebd.>

- weiß Niels Bohr ausdrücklich, daß er hier mit der klassischen Elektrodynamik bricht, jenseits technischer Medientheorie: "Whatever the alteration in the laws motion of the electrons may be, it seems necessary to introduce in the laws in question a quantity foreign to the

95 W. Heitler, Reversible Vorgänge, in: R. W. Meyer (Hg.), Das Zeitproblem im 20. Jahrhundert, Bern / München (Francke) 1964, 205

classical electrodynamics, i. e. Planck's constant, or as it often is called the elementary quantum of action"⁹⁶

- "Aus den klassisch-mechanischen Elektronenbahnen, auf denen die Bewegung des Elektrons mit dem jeweiligen Ort als mathematische Funktion der Zeit beschrieben wurde, sind mehr oder weniger starke 'Wahrscheinlichkeitsbänder' geworden, in denen die klassische raumzeitliche Beschreibung der 'Bahn' sinnlos geworden ist" = Fuchs 1965: 183

Zeitkontinuierliche und -diskrete Formen der Modulation: AM, FM, PCM

- Rundfunk in Anlehnung an die Natur akustischer Artikulation zunächst von *quasi* kontinuierlichen Signalen ausgehend; in Bell Laboratories eine an der Technologie des Vocoder orientierte Übermittlungsform entwickelt und unter dem anspruchsvollen Titel "Philosophy of PCM" 1948 publik; Verfahren der Pulse-Code-Modulation⁹⁷ insofern medienepistemologisch revolutionär, als es erlaubt, zeitkontinuierliche Signale in ihren Kehrwert zu überführen, nämlich in numerische adressierbare und damit diskret berechenbare Frequenzen⁹⁸; impuls-kodierte, also diskrete Signale im Unterschied zu analogen Signalen "fast ins Unendliche kommunizierbar, überbrücken Raum und Zeit quasi ohne Störung"⁹⁹; lassen sich Impulse technisch trotz Verzerrung oder Rauschen im Kanal relativ einfach filtern und regenerieren; an die Stelle der bisherigen Verstärkerrelais trat damit der *repeater-regenerator*, ein Werkzeug nahezu zeit- und rauminvarianter Übertragung; binäre Ästhetik des Digitalen unterläuft hier die aus geschichtlicher Überlieferung vertrauten Parameter: "By using binary (on-off) PCM, a high quality signal can be obtained under conditions of noise and interference so bad that it is just possible to recognize the presence of each pulse [...] almost independent of the total length of the system."¹⁰⁰

96 Niels Bohr, On the Constitution of Atoms and Molecules [1913/1967], zitiert hier nach: D. Ter Haar, The Old Quantum Theory, xxx, 132-158 (133)

97 Claude E. Shannon / John R. Pierce / B. M. Oliver, The Philosophy of PCM [*1948], in: N. Sloane / A. Wyner (Hg.), Claude Elwood Shannon. Collected Papers, Piscataway (IEEE) 1993, 151-159; dt.: Die Philosophie der PCM, in: ders., Ein/Aus. Ausgewählte Schriften zur Kommunikations- und Nachrichtentheorie, hg. v. Friedrich Kittler et al., Berlin (Brinkmann & Bose) 2000, 217-236

98 Siehe das Editorial in: Archiv für Mediengeschichte, Heft 11: Takt und Frequenz, München (Fink) 2011

99 Axel Roch, Claude E. Shannon. Spielzeug, Leben und die geheime Geschichte seiner Theorie der Information, Berlin (gegenstalt Verlag) 2009, 102

100 Shannon et al. 1948/1993: 154

- können solchermaßen kodierte Nachrichten auf dem Übertragungsweg (etwa aus Glasfaserkabeln für den *online*-Datenverkehr) durch fremde Nachrichtendienste buchstäblich "ausgelesen" werden; diese *Lesung* keine bloße Metapher; Begriff vielmehr ein Indiz des dramatischen Unterschieds zwischen klassischer elektrotechnischer Übertragung und der heutigen technomathematischen Medienrealität. Mit der Pulse Code Modulation hat die Nachrichtentechnik aus Signalen "Texte" (Zeichenketten eines effektiven Alphabets: erst Morsecode, dann binär) gemacht. Durch diese zwischenzeitliche "Symbolisierung" - implementiert als Signale im Realen des Kanals (in diesem Zusammenhang der Begriff der "Kanalkodierung") wird jede "digitale" Übertragung zur extrem komprimierten Variante der bislang den Historikern quell(en)textlich vertrauten historiographischen, d. h. alphabetisch kodierten Überlieferung

- anstelle des klassischen Rauschens im zeiträumlichen Überlieferungskanal mit PCM ein miktotemporales Rauschen auf Signifikantenebene. Im digitalen Sampling analoger Signale wird der Zeitaspekt nahezu eliminiert, der schon im technisch tatsächlichen Schaltmoment zwischen logischer Null und logischer Eins zu einer "time of non-reality" (Norbert Wiener) transformier.¹⁰¹; eigentliches Quantisierungsrauschen tritt nicht durch die Abtastung auf der Zeitachse, sondern durch die Quantisierung im Wertebereich auf. In der extremsten Form aktueller Telephonie und Eskalation des Vocoders, nämlich der Parzellierung und Übertragung der menschlichen Stimme im Internet vermittelt diskreter Kodierung und Dekodierung durch Codecs, schreibt sich dieser Ansatz fort; wird radikalisiert, was in der Form symbolischer Überlieferung - also im Modus der Archive - immer schon angelegt war: PCM trennt Signale als Informationsträger von der Materialität der Kanäle.¹⁰²

Technischer Begriff des *Eigenrauschens*

- akustische Unterbrechungen: Pausen als Störung; Sprechpausenfrequenz als Indikator forensischer Sprechererkennung / Tonträgerauswertung; "Silence Finder" als Werkzeug in Software Sonic Analyzer

- spricht im Rauschen das Medium selbst; keine Technologie ohne Eigenrauschen; *noise* technischer Begriff in der Nachrichtentechnik; "thermisches Rauschen" in der Elektronenröhre

- Heinz Bittel / Leo Storm, Rauschen. Eine Einführung zum Verständnis elektrischer Schwankungserscheinungen, Berlin (Springer) 1971

101 Siehe Claus Pias, Time of Non-Reality. Miscellen zum Thema Zeit und Auflösung, in: Axel Volmar (Hg.), Zeitkritische Medien, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009, 267-279

102 Siehe Roch 2009: 102

Am Rauschen erweist sich der medientechnische Kanal: "Noise is the proof mediation of bodies during the act of listening, whether of organic bodies or the body of machines"¹⁰³

- in chaotischen Zuständen eine nachrichtentechnische Chance, etwa Nachrichtenübermittlung *per* "chaotischem Laser"; werden "sinntragende Wellen" durch ein chaotisches, daher sinnloses optisches Rauschen anderer Wellen maskiert

Heiße und kalte Medien

- "heiße" technische Medien mit hoher Auflösung "niedrig in der Beteiligung und kalte Medien hoch in der Beteiligung oder Ausfüllung durch die Zuhörer" = Marshall McLuhan, *Understanding Media. The Extension of Man*, Cambridge / London 1994, 22 f.; "Aufheizung eines einzigen Sinnes führt tendenziell zur Hypnose und die Abkühlung aller Sinne tendiert zur Halluzination" = McLuhan 1994: 32

- Photochemie; handelt es sich nicht um irgendwie intendierte / kodierte "Signale" der Störung, sondern das Impulsive der Physik selbst, die originäre Störung - das, was Rechner nicht zu kalkulieren vermögen, bestenfalls Pseudo-Zufall; bildet sich nicht etwas ab, sondern ein, originäre photographische Inskription; beginnen Photographien die Spuren ihrer eigenen Materialität aufzuzeichnen, was dem hermeneutischen Blick des 19. Jh. unerträglich erscheint, so daß photographische Bewegungen als Botschaften (spiritistische) entziffert, analog zu den Operationen der Historiker, die sich als Adressen selbst unbeabsichtigter Überlieferung setzen

- 1875 xxx Vogel: "Der [sc. photographischen] Platte ist alles gleichgültig" = zitiert von Peter Geimer, *Bild und Bildstörung. Unfälle in der Fotografie*, Vortrag Konferenz *Signale der Störung*, Kulturwissenschaftliches Forschungskolleg "Medien und kulturelle Kommunikation", Universität Köln, 11./12. Juli 2001

Testbilder, TV-Rauschen, Offener Kanal

- zwischen Fernsehprogramm und Verschwinden der Moment des Ausschaltens, den John Hawk in seinem Video *Signal to Noise* (USA 1998) durch extreme Verlangsamung dieses Moments zum Thema macht

- wird im Testbild *medium* zum *content* (mit McLuhan 1964), zum visuell buchstäblichen Programm oder zum Prographen, in der Tradition der Echtfarben-Testtafeln der *Print*medien

103 José Cláudio Siqueira Castanheira, *The matter of numbers. Sound technologies and the experience of noise according to analogue and digital model*, in: Goddard / Halligan / Hegarty (Hg.), xxx

- strukturell Testbild des Fernsehens funktioniert ähnlich wie die Testbilder der Experimentalpsychologie, nur daß hier nicht Sinne vermessen werden, sondern Fertigungstoleranzen: "Es sind Bilder, die nicht entlang der Physiologie des Menschen, sondern entlang der Hardware von Maschinen entworfen sind" = aus Exposé zu Claus Pias (Hg.), *Kulturfreie Bilder. Zur Ikonographie der Voraussetzungslosigkeit*

- bestimmt Medientheorie das Testbild in seiner Oszillation zwischen Botschaft oder Inhalt eines Mediums = Lorenz Engell, *Drei kleine Theorien des Testbilds*, in: Claus Pias (Hg.), *Kulturfreie Bilder*, vorläufige Fassung (Kulturverlag Kadmos Berlin (2006), 26-49, Abschnitt "3. Vom Einschalten: Medientheorie des Testbilds", 38, unter Bezug auf: Marshall McLuhan, *Die magischen Kanäle*, Düsseldorf 1968, 17 ff.

- kommt in Radioteleskopie kosmisches Rauschen zur Evidenz, die Einschreibung prozeßhafter Zeit (die übriggebliebene Hintergrundstrahlung des Urknalls, 1964 von den Radio-Ingenieuren Arno Penzias und Robert Wilson gemessen). Lichtpunkte auf einem TV-Bildschirm nach Sendeschluß, also ohne ausdrückliches Bildsignal von Seiten der Sendeanstalten, lassen unbestellte Sendungen ankommen: die Wiedergabe diffuser Strahlung aus dem Weltall¹⁰⁴; gestörte Telegramme

- wird im medienkünstlerischen *re-entry* Störung "nicht als Unglück, sondern als ästhetischer Glücksfall" erlebt¹⁰⁵; Bill Violas Videoband *Information* (1973)

- Johannes Gfeller et al., *Kompendium der Bildstörungen beim analogen Video*, xxx (Scheidegger & Spiess) 2013; Beitrag Irene Schubiger über Bildstörungen in der analogen Videokunst als bewußtem Gestaltungsmittel

- verrät sich Videozität erst im Moment der (Bild-)Störung; Verrauschen als spezifische Qualität des Videobilds - nicht als Ausnahmezustand, sondern als Regel: "Musikalisch gesprochen, ist die physische Erscheinung einer Sendung eine Art von Gesumme. Das Videobild wiederholt sich ständig selbst ununterbrochen im gleichen Frequenzbereich. Dieser neue allgemeine Zustand des Summens stellt eine bedeutende Verschiebung in unseren kulturell abgeleiteten Denkmodellen dar" = Viola 1993: 26

- parallel zur mathematischen Nachrichtentheorie, die nicht von Text und Interpretation, sondern von einer *signal-to-noise-ratio* aller Kommunikationsakte ausgeht

104 So die Installation von Ecke Bonk, *Camera Typosophica* (2002), im Rahmen der Ausstellung *Iconclash* im ZKM Karlsruhe.

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

- Martin Heidegger zufolge entbirgt sich das Wesen der Technik im Moment des Versagens; die *Zuhandenheit* des technischen (Werk-)Zeugs macht dessen Wesen fast vergessen, es sei denn, daß im Moment der Störung sein Charakter zutage tritt. So daß Zuhandenheit erst im Moment ihrer Abwesenheit sich manifestiert.¹⁰⁶ Zwar geht Heidegger nicht so weit, zu behaupten, Zuhandenheit werde erst durch Fehlfunktion sichtbar; Terry Winograd / Fernando Flores, *Understanding Computers and Cognition*, Norwood, N. J. (Ablex) 1986

- TV ein Funkmedium; nicht nur in Inhalten, sondern auch in der Signalrealität der Sendungen "zappen"; erinnert gerade Proto-TV mit seinen technischen Defekten den Betrachter drastisch an radikale Technizität, die im perfektionierten Empfang zum ästhetischen Verschwinden gebracht ist „und bei manchen eine gefährliche Hypnose“ erzeugt. „Seine zeitweiligen Bildstörungen bewirken, daß man sich anstrengt, besser zu sehen“ <ebd., 8> - das *kalte Medium* TV (nach McLuhan) erzwingt also in seiner Medialität zunächst noch aktive Zuschauerpartizipation nicht auf inhaltistischer („interaktiver“), sondern medienarchäologischer Ebene. Kaum sind diese technischen Interferenzen zum Verschwinden gekommen, bemüht sich die Medienkunst um ihr arbiträres *re-entry* - Nam June Paiks elektrotechnischen Modulationen des TV-Bildes

- treten an die Stelle der Rundfunk-TV-Sendung und des Programms DVB (Digital Video Broadcast) und der Strom, sehr buchstäblich. In der italienischen Version von *Big Brother* wird ein Pay-TV-Sender mit dem sprechenden Namen *Stream* die Direktübertragung der Experimentalanordnung vornehmen und damit den Effekt der Internet-Webcams wieder ins Medium TV zurücktransportieren.¹⁰⁷ Das andere Extrem - das Gegenteil von Echtzeit-Experimenten mit Lebenwesen in Containern - die filmische Langzeit-Dokumentation *Berlin - Ecke Bundesplatz* von Detlef Gumm / Hans-Georg Ullrich, in sechs neunzigminütigen Filmfolgen für das Fernsehen zusammengefaßt

Hermeneutik der Störung

- im Zeitraum von ca. 1792 (Erfindung des Chappe-Telegraphs) bis ca. 1844 (erste elektrische Telegraphenleitung zwischen Baltimore und Washington) Interesse und Verständnis für nicht-sinntragende Formen für Kommunikation, die dann Bedingung für moderne Formen von Informationsverarbeitung werden = These Arndt Niebisch, Juni 2010, Buchprojekt *Hermeneutik der Störung*

- in Telegraphie: nicht nur Punkte und Striche, auch Pause dazwischen als Aussage; dazu Shannon 1948: *Ein / Aus. Ausgewählte Schriften zur*

106 Siehe Martin Heidegger, *Sein und Zeit*, Tübingen (Niemeyer) 1986, 63f

107 FAZ-Meldung v. 14. Juni 2000

Kommunikations- und Nachrichtentheorie, Berlin (Brinkmann & Bose) 2000, 15 + Graph / Markov-Ketten; siehe auch Leertaste Schreibmaschine

- von Clausewitz' Theorie von Kommunikation auf dem Schlachtfeld: entscheidend, daß Empfänger von Information sieht, daß ein Signal auch vollständig sinnlos sein kann; senden Medienkanäle auch Störung, nicht nur Signale

- Auslassungspunkte in Texteditionen; dazu Bernhard Dotzler, Leerstellen, in: *Literaturwissenschaft. Einführung in ein Sprachspiel*, hg. v. Heinrich Bosse / Ursula Renner, Freiburg i. Br. (Renner) 1999, xxx-xxx; ferner: Christine Abbt, *Schreibweise des Seins? Zur Verwendung der Auslassungspunkte auf der Suche nach einer Sprache des Erlebens*, in: Mareike Giertler / Rea Klöppel, *Von Letzern und Lücken. Zur Ordnung der Schrift im Bleisatz*, München (Fink) 2012, xxx-xxx. Ausgangspunkt ist die Unterstellung einer generellen Auslassung: "Die weiße Oberfläche des Papiers [...] nehmen wir als 'leer' an, als inaktive Fläche": Adrian Frutiger, *Der Mensch und seine Zeichen. Schriften, Symbole, Signets*, xxx 2004, 21. Hier wird der "Grund" (Rubin) zur "Figur", bzw. die *message* (McLuhan) zum *medium*. Zeitlich: ein Nicht-Handeln; musikalisch: Stille. John Cage, *4'33*; propopopietische Figur der "Totenstille". Russolo (Geräusch) und Rauschenberg aber holen die Störung wieder in die symbolische Ordnung ein

- hat Michel Serres in *Le Parasite* (Paris 1980) die unterschiedlichen Erscheinungsweisen des "Parasitären" - die Unterbrechung, die Störung, die Abzweigung, das Rauschen - geradezu zur Grundkategorie einer Theorie der Kommunikation und der Kultur gemacht

- Arndt Niebisch, *Media Parasites. On the Abuse of Technology and Communication in the Early Avant-Garde* (Palgrave); vom akustischen Geräusch und der Störung auf die subversiven Potenziale des parasitären Rauschens eingehend

- nicht nur die Klangarchive der Vergangenheit erkunden, sondern ebenso die "resonante" Zeitweise technisch grundierter Erinnerung als Alternative zum historischen Diskurs entdecken

Technische Störungen, Rauschen

- in Katastrophentheorie René Thoms, „catastrophy is defined as unexpected discontinuity in an otherwise continuous system“ = Doane 1990: 228; Affinität von TV-Nachrichten zu Katastrophen: „The news in the West is about the *anormal*“¹⁰⁸ und privilegieren daher Diskontinuitäten und Brüche = Doane 1990: 229

108 Margaret Morse, *The Television News Personality and Credibility. Reflections on the News in Transition*, in: *Studies in Entertainment*, hg. v. Tania Modleski, Bloomington (Indiana UP) 1986, 74

- steht das Katastrophale den Sendetechniken am nächsten, medienarchäologisch gesehen. In den USA unterstützten Radio-Amateure das U.S. Army Signal Corps gerade dann, wenn durch Naturkatastrophen die Standleitungen der Stromzufuhr und der Telekommunikation (Telephon und Telegraph) zusammenbrachen - und das speicherlose Radio in seiner Verwiesenheit auf Strombatterien ("storage batteries <...> in order to maintain communication") dennoch an Speicher - auf operativer Ebene - erinnert wird; Talley, *The Army's Amateur*, in: *Radio News* 12 (April 1931), 892- 894, 925 u. 931 (925); state of emergency überträgt sich auch auf das Fernsehen. 1963 vergleicht Max Egly das „lächerlich kleine<s>, graue<s> Bild“ des noch-s/w-Fernsehens mit dem etablierten Konkurrenten Kinofarbfilm auf Breitleinwand; (be)im Fernsehen „muß man immer darauf gefaßt sein, daß es plötzlich verschwindet oder zu einem Punkt zusammenschnellt“ - wie das magische Auge bei der Peilung von Radiosendern, quasi Radar. Wobei der Ton im Fernsehen - und hier ist die ästhetische Trennung von Klang und Bild eine Funktion ihrer technischen Übertragungskanäle - auch bei mangelhafter Bildqualität „fast so gut wie Radio“ ist. Anders die Verzerrungen der Lichtpunkte: "Ein Flimmern läuft über verzerrte Gesichter, in die Länge oder Breite gezogen oder zusammengepreßt. Wenn ein Moped draußen vorbeifährt, geht ein Flackern über den Bildschirm, begleitet von einem eigenartigen Geräusch. <...> Die gegebenen Größen im Raum werden nicht mehr berücksichtigt. Eine gerade Linie wird gekrümmt, ein Kreis zur Ellipse verzerrt. Wie oft haben wir Pianisten auf kreisförmig verzerrten Klavieren spielen sehen?" = Egly 1963: 7

- gerade die Störungen (*breakdowns*), welche das Wesen einer technologischen Praxis enthüllen; TV war ein Funkmedium; Lob der schlechten Tonaufnahme: bewirkt andere Höranstrengung; das *kalte Medium* (nach McLuhan) erzwingt zunächst noch aktive Zuschauerpartizipation nicht auf inhaltistischer, sondern medienarchäologisch „interaktiver“ Ebene

- Video John Hawk, *Signal to Noise* (USA 1998)

- Emergenz so genannter „selbstschreibender Maschinen“ - als reale Apparaturen und als diskursives Phantasma; Physiologe Etienne-Jules Mareys Sphymograph, mechanischer Pulsaufzeichner; entwickelt später Aufzeichnungsgeräte, welche - erst aus der Retrospektive - cinematographisch *avant la lettre* operierten: das photographische „Gewehr“ zur ultraschnellen Aufnahme des Flügelschlags von Vögeln; Begriff von Authentizität radikal in die Welt der Maschinen verlagert; *vermitteln zwischen* dem Realen (Physik) und dem Symbolischen (Schrift)

- nachrichtentechnischer Informationsbegriff sucht zwischen Sender-Kodierung und Empfänger-Dekodierung die Transformation, nämlich das Rauschen gegenüber den Signalen (nicht: Zeichen), auszufiltern. Hier tritt statistische Wahrscheinlichkeit an die Stelle der Opposition zwischen Medium und Form

- zu Rauschen kein Zugangscode; das Unarchivische an sich
- möglicherweise dort, wo vorher Rauschen war, später eine Nachricht vorliegend
- betreiben technische *breakdowns* veritable Medienarchäologie; entbirgt sich das Wesen der Technik Martin Heidegger zufolge im Moment des Versagens; die Zuhandenheit des Werkzeugs manifestiert sich erst im Moment ihrer Abwesenheit. "Die Modi der Auffälligkeit, Aufdringlichkeit und Aufsässigkeit haben die Funktion, am Zuhandenen den Charakter der Vorhandenheit zum Vorschein zu bringen."¹⁰⁹
- systemtheoretische Interferenzen von *communication + errors by technical causes* und *communication + error by human causes*
- "Eine Störung aber ist immer nur relativ zu einem Standard, wie wir ihn setzen" = Christoph Hubig, Mittel oder Medium? Technische Weltgestaltung und ihre verkürzten Theorien, in: Jahrbuch 4 (Thema: Entwerfen) der HdBK Braunschweig, Köln (Salon) 2000, 71-83 (71), auf technischer wie diskursiver Ebene.

Was meint Epistemologie?

- Medientheater: Hans-Jörg Rheinberger nennt modellhaft dafür naturwissenschaftliche Experimentalsysteme, den Ort des Labors, der den "Repräsentationsraum für den Auftritt der Dinge" schafft = Hans-Jörg Rheinberger, Experiment - Differenz - Schrift. Zur Geschichte epistemischer Dinge, Marburg/Lahn (Basilisken) 1992, 73; zitiert Bachelards Epistemologie nach Canguilhem: "Der Historiker geht von den Ursprüngen aus und auf die Gegenwart zu, so daß die heutige Wissenschaft immer bis zu einem gewissen Grad schon in der Vergangenheit angekündigt ist. Der Epistemologe geht vom Aktuellen aus und auf seine Anfänge zurück, so daß nur ein Teil dessen, was sich gestern als Wissenschaft ausgab, bis zu einem gewissen Grad als durch Gegenwart begründet erscheint" = Georges Canguilhem, Die Geschichte der Wissenschaften im epistemologischen Werk Gaston Bachelards, in: ders., Wissenschaftsgeschichte und Epistemologie, übers. v. Michael Bischoff u. Walter Seitter, hg. v. Wolf Lepenies, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1979, 12; hier zitiert nach der geringfügig geänderten Übersetzung von Rheinberger 1992: 48; tritt an die Stelle der "Kontinuität eines kumulativen Prozesses" die Sichtweise einer Serie von mehr oder weniger radikalen Brüchen = Rheinberger 1992: 49

Geist der Photographie / Geister

- geisterstimmenhafte Jürgenson-Radiowelle: dieser Effekt digital nicht

109 Martin Heidegger 1927 / 1931, 74

mehr möglich, wo nur noch Sendung, nicht das Dazwischen angewählt werden kann (die ganze Differenz zwischen physikalisch kontinuierlichen und digital logischen System). Kratzer und Perforationsspuren werden so virtuell ausgemerzt, Farben korrigiert, Flächen aufgehellt oder abgedunkelt - der Dolby-Effekt. Tonschäden begegnet dort ein Audiorestaurationssystem mit einer Software, welche Rauschen und Verzerrungen schlicht wegrechnet

- setzt sich der Mensch immer schon wieder als Adresse, auch wenn er nie angesprochen; kognitiver Moment / psychophysiologischer Kippunkt, wo bei der analogen Radiosendersuche oder in der manuellen Sendeeinstellung von TV-Sendern aus dem (weißen) Rauschen sich Figuren / Muster bilden

- Peter Geimers Studien zur Beurteilung von Flecken auf frühen Photographien; derzeit entweder arbiträr oder als Geistererscheinungen interpretiert

- Entstehung der Morsezeichen aus Geisterklopfen (Wolfgang Hagen); Sconce, „The voice from the void: Wireless, modernity and the distant dead“; funktioniert nur bei analoger Suche, Ende der Skala, „elastischer Widerstand“; „keine Morsezeichen, kein Radioamateur“; „null Transistoren, Röhrenradio“; „ich hatte das Gefühl, antworten zu müssen“; erzeugt Störgeräusch durch elektronische Entladung mit Erdungskabel / wird im Gerät beantwortet; Bertholt Brecht, Radiotheorie, interaktiv / Rückkanal

Rauschen

- technologische Selbstanzeige; was sich in der Störung als Medium in Erinnerung ruft

- Begriff der *Verstörung* im medienarchäologischen Moment des Ursprungs; erste öffentliche Projektion der Gebrüder Lumière, einfahrender Zug: irritiert das Publikum, Wahrnehmungschoque (Begriff Benjamin); wie schon die Chronophotographie den *éclat* zwischen menschlicher und technischer Wahrnehmung manifestierte; Vortrag von Christoph Asendorf, "Optisches Rauschen"? Von Unschärfen und Uneindeutigkeiten in den Künsten, Konferenz *Rauschen* 1999

- insistiert Fritz Heider 1926 in "Ding und Medium" bereits darauf, daß medienphysikalische Übertragungen (Lichtstrahlen etwa) "Kunde von Dingen geben"¹¹⁰ - ein aus Herodots Begriff der *historia* vertrauter Begriff. Hier ist er auf elektronische Strahlen (TV) übertragbar - ein alternativer Begriff von "Nachrichten"

110 Fritz Heider, Ding und Medium [1921], Wiederabdruck in: Pias et al. (Hg.) 1999: 319-333 (329)

- korrespondiert TV-Zeilenbild der Bildröhre mit der menschlichen Wahrnehmung? "Der Wahrnehmungsapparat macht <...> das Ding auch dort wieder zu einem einheitlich wirkenden, wo es nur mehr durch ihm zugeordnete falsche Einheiten wirkt. Durch die Sinnesapparate werden diese falschen Einheiten wieder zu echten Einheiten <...>. Vom Dinge gehen die Lichtstrahlen aus, die Wirkung zerspellt <sic> sich in Einzelheiten, in denen wohl etwas der Einheit des Dinges Zugeordnetes, aber nicht selbst eine Einheit vorhanden ist. Der Organismus fängt diese einzelnen Wirkungen auf, in ihm sammeln sie sich wieder und werden im Bereich der großen Dinge wirksam, indem sich der Organismus etwas in einer Weise zu bewegen beginnt, die dem wahrgenommenen Dinge entspricht" = Heider a. a. O., 332

Ästhetik der Störung: Unschärfe, Interferenz

- optische Mischung eingehender (Film-)Signale (referentielle, ikonische Bilder also) mit einer zweiten Bildquellen (Störung, Rauschen, Verzerrung) am Videosynthesizer

- Kippmoment, wo aus Rauschen plötzlich Botschaft identifizierbar wird; Foucault, "Botschaft oder Rauschen"; dieser Effekt digital nicht mehr möglich, wo nur noch Sendung, nicht das Dazwischen angewählt werden kann (die ganze Differenz zwischen physikalisch kontinuierlichen und digital logischen System)

- tritt an der Bruchstelle zwischen analog und digital eine Störung auf, beim Kopieren von Daten (gegen den Mythos von der verlustfreien Kopie, die erst im internen digitalen Raum gilt): "Durch regelmäßige Kopien können <...> auch Fehler entstehen. Hundertprozentig identisch sind das digitale Original und seine Kopie nicht. Denn um die Nullen und Einsen der digitalen Sprache zu speichern, verwendet man ein elektrisches Signal, das durchaus störungsanfällig ist. Eine durchgängige, wellige Stromkurve muß genau in zwei Werte geteilt werden. Jeder Impuls oberhalb eines bestimmten Niveaus wird zur Null, jeder darunter zur Eins. Da das Stromsignal schwankt, kann durchaus statt einer Eins eine Null oder umgekehrt gespeichert werden."¹¹¹

- Installation Angela Bulloch; je näher man hinschaut auf Pixelbilder, desto ferner schauen sie zurück: mathematische Matrix; in der zeitlichen Dimension: ab wann nimmt das Auge im Film die Einzelbildfolge als kontinuierliche Bewegung wahr - je nach individueller Verfassung des Wahrnehmenden

TV, Video / Rauschen

¹¹¹ Hendrik Kafsack, Eine digitale Zeitbombe. Ein Kampf gegen das Vergessen: Auch elektronische Datenträger sind nicht für die Ewigkeit gemacht, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 174 v. 30. Juli 2001, 9

- TV-Bilder in den 30er Jahren oft nur für wenige Minuten stabil, ständig von Störung / Zusammenbruch bedroht; verfielen schnell dem weißen Rauschen; drohte der Zusammenbruch des Herrscherbildes. Technisches Dementi der Devise Hadamowskis bei Eröffnung 1. deutscher TV-Sender Berlin-Witzleben: "Bild des Führers fest in die Herzen senken"; gab es noch keine Normfestsetzung für Un/schärfe; TV-Bilder diffundierend, unbestimmt = Vortrag Karl Prümm, Fernsehdiskurs und -politik im "Dritten Reich", Berlin, Literaturhaus, 10. November 2001; wandelnde Definitionen dessen, was als klar / bestimmt gilt

- optische Desinformation Manipulationsinstrument in Zeiten des Krieges. Grüne Bilder flackern am frühen Abend des 7. Oktober über die Bildschirme, unscharf, mit Lichtblitzen durchsetzt, aufgenommen mit einer Nachtsichtkamera eines mutigen Afghanen, der den amerikanischen Sender CNN per Satelliten-Handy mit diesen Bildern beliefert: erste Luftangriffe auf das nächtliche Kabul; Bilder von nächtlichen Reportern gesehen, die in Nahaufnahme über Satelliten-Bildtelefon berichten, schemenhaft wie ein stockender *Pixelstream*: womöglich auch das schon simuliert, der Authentizität wegen. "Hätte VISOMAT nicht besser machen können" (Kommunikation Sebastian Klotz, März 2003)

- prior to the advent of videotape in the 1950s, original programming for television produced live or shot on film for future airing: "television forms were still limited by the technology. The development of videotape made most live entertainment programming unnecessary and not worth the risk of making mistakes on the air" = Jerry Isenberg; Eintrag "Television Production," Microsoft® Encarta® Online Encyclopedia 2001, <http://encarta.msn.com> - womit Störung durch Speicher (Redundanz) minimiert wird

- Epoche des Speichers die angehaltene Zeit, „Standbilder“, medi-plastisch und a-skulptural: "Mit dem BK 3000 können Sie Standbilder bis zu einer Dauer von 180 sec. wiedergeben. An gewünschter Stelle einer Aufzeichnung drücken Sie die Stoptaste, es erscheint ein mit Störzonen versehenes Standbild. Durch mehrmaliges Drücken der Standbildtaste können diese Störzonen an den Bildrand verschoben werden" = Bedienungsanleitung, 9

- Video: Bildergebnis kann im Unterschied zum Film schon während der Aufnahme, mehr als nur dem Kameramann zugänglich gemacht werden, per Kontrollmonitor; ermöglicht somit der Liveschnitt, der eine ganz andere Dramaturgie als der Filmschnitt generiert: "Hier ist nichts durch die Nachbearbeitung zu ändern oder zu kaschieren. Beim Live-Schnitt herrscht eine Anspannung, wie sie beim Film nur in der Aufnahme einer Einstellung herrscht. Beim Film gibt es die Möglichkeit, die Einstellung zu wiederholen. Bei dem Live-Schnitt darf kein Fehler nach außen, zum Zuschauer, dringen" = Typoskript Sommer 1994: 4 f.; müssen Störfaktoren bereits mit eingeplant werden in Live-Sendung

- Störanfälligkeit nicht nur auf menschlich-wahrnehmungsphysiologischer, sondern auf technischer Ebene. Zwar läßt sich die Form der Ausstrahlung

eines Fernsehsenders auf zwei "Lichtzeichen" (Egly) - besser Signal - reduzieren, nämlich die des Ikonoskops, welche das Resultat einer Bildanalyse übertragen, und diejenigen, die das Zusammenfügen des Bildes synchronisieren, doch "in Wirklichkeit sind die technischen Vorgänge noch viel komplizierter, da zahlreiche Fehler <Übertragungsfehler> korrigiert werden müssen: Verzerrung des Bildes, elektronische Nebenerscheinungen, Flimmern (beim Linienziehen Auslassen nicht von einem Bild, sondern von zwei halben Bildern übereinander, also die geraden Linien und dann die ungeraden. Infolge dieser "Verflechtungen" entstehen dann in Wirklichkeit 50 halbe Bilder in der Sekunde)" = Egly 1963: 69

- Wesen des elektronischen Bildes ist Rauschen, asemantisch

- ließ Philip Jeck auf der *Intermedium I* am 19. November 1999 in der Berliner Akademie der Künste Vinylplatten auf Kofferplattenspielern abspielen; „ihm geht es nicht um die Musik, sondern um die Geräusche dazwischen: Let Vinyl do the talking!“¹¹² Knistern ist da kein Problem mehr; für Medienkunst liegt gerade im technischen Defekt der Apparate die Chance, Differenzen auszuloten, im Unterschied zu den perfektionierten Versionen der Programme (etwa *Photoshop*)

- in zeitgenössischer Musik wie in der Photographie „eine Tendenz der Rückkehr zu dem nicht perfekten Bild oder dem nicht perfekten Ton. Frühe Technoscheiben sind schlecht produziert auf Vinyl mit verstärktem Rauschen und Knacken; geht so weit, daß nur noch Pink Noise zu hören, das Rauschen an sich der Wert. "Und man nur noch das Rauschen und das Dazwischen der Plattenrillen hört" = Birgit Richard (im Gespräch mit Friedrich Kittler), Zeitsprünge, in: Kunstforum International Bd. 151, Juli-September 2000, 100-105 (104)

Testbilder, TV-Rauschen, Offener Kanal

- bevor Nam June Paik mit seiner legendären Ausstellung *Exposition of Music - Electronic Television* in der Wuppertaler Galerie Parnaß vom 11. bis 20. März 1963 die Störung des Fernsehbildes durch magnetische Modulation der Wellen-Bilder als "partizipatives" TV ästhetisch entdeckte, war sie im technisch Realen schon identifiziert worden - in der Ur-Szene des Durchbruchs von Fernsehen zum Massenmedium, der weltweiten TV-Live-Übertragung der Krönung von Elisabeth II. in London. Der FAZ-Artikel von Carl Haensel vom 6. Juni 1953 beschrieb unter der Überschrift "Fernsehlehren aus dem Krönungstag", wie die technisch noch labile Sendekette das Bild immer wieder zusammenbrechen, sich deformieren ließ

112 Ankündigung der Radiosendung Vinyl Coda III, Deutschlandfunk, 14. April 2000 0.05, im Stadtmagazin: zitty <Berlin>

- Störung hier "nicht als Unglück, sondern als ästhetischer Glücksfall" erlebt¹¹³; in diesem Sinne Bill Viola frühes Videoband mit dem treffenden Titel *Information* (1973).

- mathematische Theorie der Information, die nicht von Text und Interpretation, sondern von einer *signal-to-noise-ratio* aller Kommunikationsakte ausgeht

- Gegenargument zur Fortführung des *Offenen Kanals*: Internet als Forums; an dieser Nahtstelle manifestiert sich die Differenz von TV und Netz. Schon jetzt ist ein Teil der OK-Sendungen eine Direktübertragung von *Videostreaming* aus dem Internet; an die Stelle der Sendung und des Programms treten DVB (Digital Video Broadcast) und der Strom, sehr buchstäblich. In der italienischen Version von *Big Brother* wird ein Pay-TV-Sender mit dem sprechenden Namen *Stream* die Direktübertragung der Experimentalanordnung vornehmen und damit den Effekt der Internet-Webcams wieder ins Medium TV zurücktransportieren¹¹⁴

- im Sinne Max Benses das elektronische Bild als negentropischen Prozeß, Kategorie der informationstheoretischen Ästhetik: "Übergang vom Chaos, der Entropie als Zustand der gleichwahrscheinlichen Durchmischung der Elemente hin zur Ordnung, zum dekodierbaren Zusammenhang der Bildkonstituenten. <...> das Rauschen ist die Nichtbotschaft und somit die Summe aller möglichen Botschaften" = Rombach 1986

Rauschen, nachrichtentechnisch und systemtheoretisch (Shannon / Weaver / Luhmann)

- "Zu den wichtigsten Leistungen der Kommunikation gehört die Sensibilisierung des Systems für Zufälle, für Störungen, für "noise" aller Art. [...] Man kann dann unterscheiden, ob die Störungen im Kommunikationsprozeß selbst auftreten, zum Beispiel als Druckfehler (der Begriff gibt Sinnlosem Sinn, man kann Druckfehler erkennen und beseitigen); oder ob sie in den Themen und Beiträgen der Kommunikation zu suchen sind, so da man sie nicht einfach technisch korrigieren kann, sondern ihre Gründe ermitteln muß" = Luhmann 1988: 237; formiert sich "die Differenz von Sinn und Welt als Differenz von Ordnung und Störung, von Information und Rauschen"; Luhmann 1988: 122; Luhmann leider weiter: "Auf die technischen Probleme einer solchen Codierung gehen wir nicht näher ein" <ebd.>

- hat Richard Dawkins Begriff des *Mem* als einen erfolgreichen Parasiten definiert, der sich nicht nur in menschlichen Gehirnen, sondern auch

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

114 FAZ-Meldung v. 14. Juni 2000

Reproduktionsmedien einnistet und somit überträgt = Rötzer 1998: 171

- "Ereignisse müssen nun in codierte und nichtcodierte unterschieden werden. Codierte Ereignisse wirken im Kommunikationsprozeß als Information, nichtcodierte als Störung (Rauschen, noise). Die Codierung muß als operative Vereinheitlichung von Information und Mitteilung durch Alter und Ego gleichsinnig gehandhabt werden. Das erfordert eine dafür ausreichende Standardisierung - auch dies ein Unterschied zur Umgebung <...>. (Artikulierte Rede stört den, der nicht angesprochen ist, mehr als bloße Geräusche)" = Luhmann 1988: 197

Rauschen, nachrichtentheoretisch (Shannon)

- Störung und Rauschen auf der Ebene von Signalen; werden Signale als Zeichen gedeutet, also semantisiert resp. referentialisiert, gehören sie bereits der ästhetischen Ordnung an - eine Kulturtechnik zur Verwandlung von Rauschen in Sinn; Eco "Signal vs. Sinn"

- "Da der Empfänger eines Signals im weiteren Verlauf der historischen Übermittlung dessen Sender wird, können wir Empfänger und Sender beide unter dem Oberbegriff „Relais“ oder Schaltstation fassen. Jedes Relais ist die Ursache für eine bestimmte Deformation des ursprünglichen Signals" = Georg Kubler, Die Form der Zeit. Anmerkungen zur Geschichte der Dinge, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1982, 57 f.; läßt sich die Nachrichtentheorie der Kommunikation, die für raumgreifende Prozesse gemeint war, modifiziert auf den Prozess kultureller Tradition übertragen; das, was der Historiker Arnold Esch hermeneutisch einmal als *Überlieferungs-Chance* zu fassen suchte, mathematisch so formulieren: $E = f(S, N)$; ergänzen die temporale Dimension, welche dem medialen Kanal zur Seite steht, als Oxymoron des stummen Geräuschs: $E = f(S, N, t)$. "Somit gleichen Quellen in Bezug auf die von ihnen repräsentierten Handlungen Telegrammen, die auf dem Übermittlungsweg gestört wurden" = Hüttenberger 1992: 265

- „Im Grunde besteht <...> zwischen *Störung* und *Signal* kein Unterschied: er wird erst durch einen intentionalen Akt gesetzt.“¹¹⁵ So gibt es in der Musik nicht nur das akustische, sondern auch ein *kulturelles Rauschen*: die Abweichung gegenüber kulturell erworbenen Assimilationsschemata läßt Rauschen empfinden, etwa in der zeitgenössischen Musik, welche die Redundanz der klassischen Stile bis zur Asignifikanz eliminiert¹¹⁶

Abfall, Entropie (Thompson, DeLilo)

115 Umberto Eco, Das offene Kunstwerk, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 5. Aufl. 1990 [*ital. 1962], 130, unter Bezug auf Abraham Moles

116 Ebd., 144f, unter Bezug auf Leonard B. Meyer, Meaning in Music and Information Theory, in: Journal of Aesthetics and Art Criticism, Juni 1957

- zur "Wüste des Realen" im Film *the Matrix* ein Gegenbild. Protagonist Neo besucht dort nämlich im Computerlab den Dekodierer, den menschlichen Monitor der Matrix. „Ist das die Matrix?“, fragt er. „Ja.“ / „Und Du siehst sie Dir nur kodiert an?“ Es geht gar nicht anders, lautet die Antwort, als Bildstream wäre sonst zuviel an Daten parallel zu verarbeiten. Dann noch ein Nachsatz: „Ich sehe gar keinen Code mehr. Ich sehe nur noch Blond<haarig>e, Rote, Brünette“

- "Willkommen im Reich des Realen", d. h. des Physischen: Morpheus in einem prägnanten Moment im Film *The Matrix* (R: Wachowski Brothers, USA 1998) modifizieren; für einen Moment reißt hier der Datenschleier aus Kodes auf, und dahinter erscheint die Ruine der materiellen Welt.. Im Film *The Matrix* - daran erinnerte im unmittelbaren Anschluß an den 11. September 2001 Slavoj Žižek - begrüßt der Anführer des Widerstands, Morpheus, den aus der virtuellen Illusion (eine neuro-interaktive Simulation) in den Ruinen Chicagos aufgewachten Protagonisten Neo mit den Worten: "Willkommen in der Wüste des Realen"

Rauschen, Wolken

- Anstrengung der artikulierte Sprache gegen das Strömen der Laute

- in einer Vorlesung unter dem Titel "The Storm-Cloud of the Nineteenth Century" reagierte Ruskin 1884 darauf, daß das museale Konzept der klassifikatorischen durch eine Theorie des Archivs *in Bewegung*, eine Art Fließgleichgewicht, ersetzt werden muß: "*order by fluctuation, a form of order understood as process rather than state.*" So daß Entropie nicht die Negation von Ordnung ist, sondern vielmehr ihre andere Möglichkeit, "an organizing principle of disorder that only made sense when observed from on high" <Richards 1993: 87>

- bestimmt Claude Shannon Entropie als Maß der Unsicherheit in der Wahrscheinlichkeit der Übermittlung einer Botschaft; demgegenüber rechnete sein Zeitgenosse Norbert Wiener mit Information als Reduktion von Entropie

Rauschen und Sprache

- Kurt Schwitters' *Ursonate* konkret gebunden an die Optionen des Phonographen, der eben nicht nur - wie das Alphabet - lautlich gefilterte Worte, sondern auch deren Nebengeräusche zu speichern vermag

- halluziniertem Raunen stehen die altgermanischen *Runen* nahe, *buchstäblich*; Zeichenketten / Entropie

- in Radio- und TV-Ästhetik des "live" erst die Störung Signatur des Authentischen

- "phonatorische Tatsachen" nicht gegeben, sondern aus einer differenziellen (antisubstantialistischen) Logik abgeleitet; hat Saussure (wie von Giesecke behauptet) das menschliche Sprachverhalten nach typographischen Dispositiv konzeptualisiert? mit Phonographen / zeitgenössischer Lautphysiologie/Phonetik vertraut (Hinweis Ludwig Jäger, Juli 2001))

Film

- Aufsatz Paech 1999, über *Filmriß* als Einbruch des technisch Realen und als symbolisches *re-entry* im Film

- digitale Filmrestaurierung: wird systematisch nicht nur im Bundesarchiv/Filmarchiv (Berlin), sondern auch in einer Tochterfirma der Kirch-Gruppe, Beta Technik, vorrangig an antiquarischen Spielfilmen praktiziert, die hier mit Spezialmaschinen abgetastet und digital aufgezeichnet werden, um vom Computer gelesen und verstanden werden zu können. Kratzer und Perforationsspuren werden so virtuell ausgemerzt, Farben korrigiert, Flächen aufgehellt oder abgedunkelt. Tonschäden begegnet dort ein Audiorestaurationssystem mit einer Software, welche Rauschen, Knacken und Verzerrungen schlicht wegrechnet; wo Stimmen unwiderbringlich verstummt sind, nehmen die Synchronstudios der Beta Technik sie neu auf und/oder trimmen sie auf alt¹¹⁷

Fernsehen

- technische wie diskursive Vorform des elektrischen Fernsehens in Sensibilisierung für Phänomene des Elektromagnetismus / Funken, wie sie um 1800 bereitet wurde? Vortrag von Friedrich Steinle (Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, Berlin): Über den Umgang mit Sensationen. Elektromagnetismus in Europa 1820/21, Konferenzreihe Alexander von Humboldts Netzwerke, Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Berlin, 23. Mai 2001; Übergang in die Epoche opto-elektronischer Medien bedurfte der Erfindungen im Bereich der angewandten Elektrizität und der allmählichen "Etablierung einer Elektrosphäre für Fernkommunikation", anmentlich Morse, Telegraph, Telegramm, Telephon, Rundfunk.¹¹⁸

- in welchem Verhältnis TV-Rauschen zu TV-Programm? Läßt sich dieses Verhältnis in Begriffen von Rauschen und Ordnung beschreiben?

117 Dazu Cornelia Knust, Aus zerschnittenen Kopien eine "Originalfassung" herstellen, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 42 v. 19. Februar 1998, 10

118 Einleitung zu: Wulf R. Halbach / Manfred Faßler (Hg.), Geschichte der Medien, München (Fink) 1998, 17-54 (38)

- kultiviert John Ruskin photographische Bildflächenästhetik: "We see nothing but flat colours; and it is only by a series of experiments that we find out that a stain of black or grey indicates the dark side of a solid substance, or that a faint hue indicates that the object in which it appears is far away. The whole technical power of painting depends on our recovery of what may be called the *innocence of the eye*; that is to say, of a sort of childish perception of these flat stains of colour, merely as such, without consciousness of what they signify, - as a blind man would see them if suddenly gifted with sight" = John Ruskin, *The Elements of Drawing* (1857), in: ders., *The Works*, hg. v. E. T. Cook / A. Wedderburn, Bd. 15, London 1904, 27; radikal medienarchäologischen Betrachtung von Oberflächen

- Maximum an Information ist erreicht, wenn alle nur denkbaren Nachrichten gleichwahrscheinlich und vom weißen Rauschen, das alle Kanäle begleitet, ununterscheidbar¹¹⁹

- archaisches TV: "In these early prototypes, a transmission could be considered successful as long as an image took shape against the choppy grey static. <...> But if these images rush to make a claim on reality, it rests on the fact of transmission - reproduction at a distance - not on the veracity of its representations"¹²⁰

- Medium / Form-Differenz gilt für die Unterscheidung von Licht und Information; Eigenart des Lichtes zugleich Information als auch Träger zu sein.¹²¹ In den Installationen Thomas Roppelt "geht es um das Aufspüren von den Maschinen innewohnenden kybernetischen Prozessen" <ebd., 5>, eine Visualisierung von Mathematik und eine Mathematisierung des Lichts, wenn etwa in seinen Relayarbeiten in Neonröhren codierte Zahlenreihen als binären Berechnung augenfällig gemacht werden. Als nichtspezialisierte Energie- oder Machtform ist Licht für McLuhan identisch mit Information selbst: "Elektrisches Licht ist reine Information. Es ist gewissermaßen ein Medium ohne Botschaft, wenn es nicht gerade dazu verwendet wird, einen Werbetext Buchstabe um Buchstabe auszustrahlen."¹²² Dazwischen steht die Verwendung von Licht/Photonen/elektrischer Energie als *Träger* von Informationen, kodiert zu Signalen in der Fernsehübertragung oder zu Zeichen (*bits*) im Computer

- in klassischem Fernsehen verfügt Endregie zumeist über ein Studio für Notfälle: "Wir entschuldigen uns für diese Störung", "In wenigen

119 Albert Kümmel, *Möglichkeitsdenken - Navigation im fraktalen Raum*, in: *Weimarer Beiträge* 4 (1995), 526 - 546

120 Richard Dienst, *Still Life in Real Time. Theory after Television*, Durham / London (Duke UP) 1994, 20

121 Sabine Maria Schmidt, *Autopsie als künstlerische Strategie*, in: *Autopsi*, Ausstellungskatalog Oldenburg (2000), hg. v. ders. für das Edith-Ruß-Haus für Medienkunst, 2001, 2-7 (4), über die raumbezogene Laserinstallation von Achim Mohné

Augenblicke sehen Sie die Fortsetzung unseres Programms", oder kurze Filme zur Überbrückung der Störung = Max Egly, Eintritt frei Fernsehen, hg. v. Jean-Pierre Moulin / Yvan Dalain, übers. v. Nino Weinstock, Lausanne (Ed. Rencontre) 1963, 110 f. - *donner le temps*

- Zwischenfall nicht auf technischer, sondern Sendungsebene ein Schibboleth der Authentizität; demgegenüber der Speicher (die Redundanz) als Garantie des störungsfreien Ablaufs: "Feuilleton, Drama und musikalische Komödie verwenden mehr und mehr den Film (oder mindestens das Magnetband) und entfernen sich mehr und mehr von der Direktübertragung. <...> Die Direktsendung hat dabei nichts verloren. <...> Nur die Direktsendung kann dem Interview gerecht werden, kann die wissenschaftliche Reportage glaubhaft machen, nur schon dadurch, daß ein Versuch mißlingt (während der Dokumentarfilm <...> Versuche zeigt, die immer gelingen). Die Direktsendung ist und bleibt die wahre Trägerin der Spannung und ist die einzig mögliche Übertragungsart für 'Spiele'" = Egli 1963: 2221

- wird in Störung - die als hermeneutisch gewollte Störung Zensur meint - Signalcharakter des Fernsehbilds evident: "In Frankreich wird jede Sendung, von der man glaubt, daß sie für Kinder ungeeignet sei, mit einem kleinen weißen Viereck bezeichnet, das auf elektronischem Weg in der linken unteren Ecke des Bildes ausgespart wird, gleichgültig, zu welcher Tageszeit die Sendung erfolgt" = Egly 1963: 231

- *Offener Kanal* - ein sogenanntes Bürgerfernsehen - hält in Berlin seit Jahren die Option von TV-Sendungen offen, die nicht professionell und nicht als Programm produziert wurden. Ein hohes Maß an Unerwartetem, doch „kritische Seher des Offenen Kanals, die zuweilen einmal durchzappen, konstatieren <...>, die Wiedererkennbarkeit des OK habe nichts mit seinen Sendungen zu tun, sondern mit der katastrophalen Bild- und Tonqualität.“¹²³

- steht das Katastrophische den Sendemedien technisch am nächsten, medienarchäologisch gesehen

- "Ein Flimmern läuft über verzerrte Gesichter, in die Länge oder Breite gezogen oder zusammengepreßt. Wenn ein Moped draußen vorbeifährt, geht ein Flackern über den Bildschirm, begleitet von einem eigenartigen Geräusch. <...> Die gegebenen Größen im Raum werden nicht mehr berücksichtigt. Eine gerade Linie wird gekrümmt, ein Kreis zur Ellipse

122 Marshall McLuhan, Das Medium ist die Botschaft, in: ders., Die magischen Kanäle, Düsseldorf / Wien (Econ) 1994. Zu den intransitiven Eigenschaften der elektronischen Energie in dieser Definition siehe Walter Seitter, Die Macht der Dinge (McLuhan), in: ders., Physik des Daseins, Wien (Sonderzahl) 1997, 143-159 (149).

123 Jeanette Goddar, Offenem Kanal droht die Abschaffung. 500 Stunden Fernseh-Demokratie monatlich, in: Zitty <Berlin>, Heft 6/2000, 58

verzerrt. Wie oft haben wir Pianisten auf kreisförmig verzerrten Klavieren spielen sehen?" = Egly 1963: 7

Tonband

- Gedächtnis nimmt gespeicherte Informationen an eine bestimmte Episode, ergänzt sie um weitere aus vielleicht ganz anderen Quellen und rekonstruiert so ein vermeintlich originalgetreues Bild. „Aus ein paar eingespeicherten Knochenstücken“, zitiert Schacter seinen Psychologenkollegen Ulrich Neisser, „erinnern wir einen Dinosaurier“ = Jochen Paulus, Die Knochenreste des Dinosauriers, über: Daniel L. Schacter, Wir sind Erinnerung. Gedächtnis und Persönlichkeit, a. d. Amerikanischen v. Hainer Kober, Reinbek (Rowohlt) 1999, in: Die Zeit v. 20. Januar 2000, 42 - Erinnerung an eine Vergangenheit, die (so) nie Gegenwart war. Archäologische Imagination ist nicht Erinnerung, sondern Modell. „And if there are gaps within the signal, we can usually organize the incoming signals into a meaningful pattern, or a complete *gestalt*, by filling in those gaps“¹²⁴, heißt es über das Rauschen auditiver Archivdaten unter Bezug auf Joseph Jastrows Versuche über visuelle Ambiguität von 1900 (die Kaninchen / Ente - Kippwahrnehmung; die Figur-Grund-Ambivalenz als Relais menschlicher visueller Wahrnehmung)

- John Dean, Berater des mit ihm in die Watergate-Affäre verstrickten Richard Nixon. In seiner Aussage erinnerte er sich anscheinend wörtlich an Gespräche mit dem Expräsidenten. "Erst als später die Tonbandmitschnitte aus dem Weißen Haus veröffentlicht wurden, zeigte sich, dass Deans Gedächtnis die Szenen neu geschrieben hatte. Er gab nur die Punkte richtig wieder, die immer wieder erörtert worden waren, und verband sie mit erfundenen Einzelheiten zu einem Gesprächsablauf" = Paulus a. a. O.

- bezüglich eines der Nixon-Tonbänder, denen Oliver Stone in seinem Film *Nixon - Der Untergang eines Präsidenten* (USA 1995) ein Denkmal gesetzt hat. "Nothing here now but the recordings" (William Burroughs): Although my assistant and I listened to the line repeatedly with great care, we were able to hear neither *on with* nor *off*, but only unintelligible noise. Thus depending on who listens to the line, the resulting *gestalt* is very different" = Esau 1982: 309; oszilliert die Option der Les- oder besser Hörart zwischen Signal und Rauschen, an entscheidender Stellen zwischen "<...> in order to get on <sc. with the coverup plan>", "to get off" oder gar der schlicht resignierenden Interpolation *unclear*

- elektrische oder akustische Störgeräusche gezielt und präzise filtern, angesichts fehlender Master-Magnetbänder auf Schellackplatten, Singles oder Vinyl-LPs; werden "je nach Art, Form und Dauer der Störgeräusche so

124 Helmut Esau, The „smoking gun“ tape: Analysis of the information structure in the Nixon tapes, in: Text. An interdisciplinary journal for the study of discourse, vol. 2 (4), New York / Amsterdam (Mouton) 1982, 293-322 (306)

genannte Decrackler und Descratcher mit unterschiedlichen Algorithmen angeboten. Diese Geräte entfernen das beim Abtastvorgang entstehende Knistern, Knacken und andere Störungen. Auch breitbandiges Rauschen kann man inzwischen so filtern, dass mit dem Rauschen nicht auch Anteile des musikalischen Nutzsignals verschwinden und Instrumente oder Stimmen in ihrer Klangcharakteristik verfälscht werden. So genannter schwimmender Azimuth, verursacht durch irreguläre Bewegungen des Magnetbands entlang den Kopfspalten bei der Wiedergabe, wird beim Remastering ebenfalls korrigiert. Auch weitere Fehler und Störungen - etwa unangenehm zischige Sibilanten bei der Aufnahme, Abweichungen von der korrekten Absolut-Tonhöhe, Sättigungseffekte und auch Verzerrungen - kann man sehr genau analysieren und beseitigen. Die für die Restauration entwickelten Computer erledigen ihre Aufgabe so feinfühlig, dass danach die Musik nicht mehr 'klinisch' oder 'steril' klingt" = Franz Schöler, Digitales Remastering. Welcher Klang darf es sein? Die Bearbeitung von Musik am PC. Viele Wege führen zu einem besseren Ton alter Aufnahmen Aber wie weit darf die Bearbeitung gehen?, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung, 11.07.2000, Nr. 158, T1

Klänge, vom Rauschen her gedacht

- Klänge direkt aus Rauschen gefiltert; Rauschen aus Synthesizer erzeugt; nicht vom Klang her Rauschen denken, als Störung, sondern originäres Rauschen. Filtern heißt Ordnung durch Reduktion erschaffen / Sinn; Begriff des Samples (Probe), technisch: Extraktion eines Punktes aus einer Linie; ein Bit kleinstes denkbare Sample; akustisch nicht hörbar, bedarf einer Amplitude. Strukturen, wie sie in der Popmusik verwendet werden ("Klicks & cuts"), bewußt unsauber schneiden, auf Störungen angelegt - im Unterschied zur klassischer Musik, wo Störung vermieden

- hört Publikum beim Konzert die materiellen Geräusche der Instrumente mit ("ökologische Musik"); kulturelles Training, sie auszufiltern, obwohl gehört; das Gleiten von Fingern über die Gitarrenseiten, auch visuell; Störgeräusche im Raum als Kriterium der Authentizität würden psychoakustisch fehlen, wenn ausgefiltert

- Gaußsches Rauschen; Braunes Rauschen, nur eine Variable ändern; Braunsche Molekularbewegung; ganze Grammatik von Rauschen

Computer: Medium und Widerstand

- "Rauschen ist der Fingerabdruck des tückischen Objekts, der doch immer wieder aufs Bild kommt" <Rombach 1986>

- "Auf ASCII und DOS, ISA und ANSI stoßen die sogenannten Endanwender immer erst dann, wenn etwas schiefgeht. Und seitdem das Mensch-maschinen-Interface auch noch Benutzerfreundlichkeit vorspiegelt, ist die Katastrophe kaum wieder gutzumachen, weil Normen und Standards jedem Benutzerzugriff entzogen bleiben. Elektronische Kommunikation, die

nicht ausschließlich zwischen elektronischen Geräten läuft, sondern als Medium auch noch Leute oder Sinnesorgane einschleift, ist allemal Dissimulation ihrer Standards" = Friedrich A. Kittler, Gleichschaltungen. Über Normen und Standards der elektronischen Kommunikation, in: Manfred Faßler / Wulf Halbach (Hg.), Geschichte der Medien, München (Fink) 1998, 255-267 (255)

Unterhaltung und Störung

- *Dolby* ein Feind der Störung

- französisches Pendant zu *Big Brother*, unter dem Titel *Loft Story*, in der Krise: "Die Fanclubs und die professionellen Zuschauer aus den Medienredaktionen beobachten Ton- und Bildausfälle, die keine technischen Pannen sind: Die Regie hat offensichtlich Schwierigkeiten, die Übriggebliebenen bei vorzeigbarer Laune zu halten."¹²⁵

- VJs arbeiten heftig daran, Störung und Rauschen nicht mehr als Defekt, sondern als ästhetische Energie zu kultivieren; zeigt sich, ganz im Sinne von Martin Heideggers Begriff der "Zuhandenheit" einerseits und der mathematischen Theorie der Kommunikation von Shannon / Weaver andererseits, in der Störung erst das technische Medium, "spricht" es sich

- Kommunikation und Unterbrechung; "vorauszusehen, daß der Mensch in den kommenden Jahren immer weniger direkten Kontakt mit der Natur, mit den Maschinen und mit seinesgleichen haben wird. Die neuen Kontakte, die der Mensch herstellen wird, entstehen durch ein Zwischenglied, das in den meisten Fällen das Fernsehen" - gewesen - "sein wird" = Egly 1963: 38

- hat in einer Berlin-Friedrichshainer Fabriketage ein privater Internet-Sender namens *bobTV* erstmalig Chat-Programme (in diesem Fall ein Game-Format) mit einem *live* moderierten Video-Stream verknüpft; nicht länger erst in Verbindung mit einer residenten CD-ROM, sondern im Hier und Jetzt der Echtzeit wird damit gespielt und Fernsehen nicht mit Netzseiten supplementiert, sondern vom Netz her originär als *live*-Medium umgedacht = Stephan Porombka, Dalli klick. Mit bobTV geht das Netz auf Eventkurs, in: zitty <Berlin> 15/2000, 50; entpuppt sich dieses Hier und Jetzt in der Praxis als technologischer Mythos; Realität des *streaming* besteht darin, daß es selbst sich immer wieder in seiner medialen Bedingtheit zeigt, nämlich abhängig von Prozessen der Zwischenspeicherung im jeweiligen Rechner. Nichts anderes nämlich bedeuten die ruckartigen Sprünge zwischen den Bewegungen, die Unterbrechungen in der Bildübermittlung: ephemäre Speicherprozesse bilden den Saum der digitalen, also höchst diskreten *live*-Übertragung; liegen Berechenbarkeit und Unterbrechung nicht nur als Buchstabenspiel nebeneinander

125 Jacqueline Hénard, L'ennui chez "Big Brother", in: Die Zeit Nr. 22 v. 23. Mai 2001, 39

Rauschen, Geräusche

- wird mit dem Durchbruch des Tonfilms um 1930 das Geräusch zum Protagonisten, wie es der Literatur nie gelingt: "Der eigentliche Star bei der Einführung des Tonfilms war <...>, wenn man genau hinhörte ... der Ton, die menschliche Stimme, das Geräusch, die Sprache, die Musik. Das Pfeifen und Stampfen von Lokomotiven, das Quietschen und Rauschen eines Radiogeräts, wenn man den Sender sucht, das Gebläse und Gedonnere, das unweigerlich ein Gewitter begleitet, das kratzende Getöse eines Grammophons <...>. Der Ton wurde zu einem Ereignis für sich und suchte oft nicht nach logischer Einbindung in die Geschichte"¹²⁶

- "Als solches ist das Reale Widerstand gegen die Signifikation, da letztere sich der Vergleichbarkeit bedient. Es widersteht der Sprache, da es sinnleer ist, nicht artikuliert wird"¹²⁷

- immer schon auf *buchstäblich symbolischer* Ordnung (Alphabete) basierende Li(t)eratur nicht in der Lage, sich dem Realen zu stellen; notwendig verfehlt sie die (Un-)Darstellbarkeit des Rauschens. Erst mit dem Grammophon wird dies registrierbar, wiederholbar, übertragbar. Erst übersetzt in ein akustisches Medium wird aus Literatur Rauschen. 1968 senden der Saarländische Rundfunk und Radio Bremen ein Hörspiel des Informationsästhetikers Max Bense und von Ludwig Harig, unter dem Titel *Der Monolog der Terry Jo*. Tatsächlich war im November 1961 ein Mädchen in einem Boot vor der Küste Floridas bewußtlos, aber unaufhörlich sprechend aufgefunden worden. Das Hörspiel nun beginnt mit einem computergenerierten Text, der die Sprache des Mädchens in neuen Schritten synthetisch annähert; Sinn wird hier - entsprechend der mathematischen Kommunikationstheorie Claude Shannons - zu einem komplexen stochastischen Prozeß = Shannon / Weaver 1976: 55; wird die zufällige Auswahl eines Buchstabens in Abhängigkeit von der Wahrscheinlichkeit getroffen, mit der die verschiedenen Buchstaben ihrem Vorgänger folgen; wird aus einer gleichwahrscheinlichen eine immer ausdifferenziertere Ordnung. "Das Radio wird so zum technischen Musenmund, aus dem die Sprache geboren wird - schaumgeboren durch zufällige Selektionen aus einem Repertoire unterschiedlich verteilter Ereignisse, aus einem Rauschen, dessen statistische Definition als Gleichverteilung voneinander unabhängiger Zeichen den Kanal selbst als Nachrichtenquelle interpretierbar macht" = Bernhard Siegert, *Kakophonie oder Kommunikation? Verhältnisse zwischen Kulturtechnik und Parasitentum*, in: Lorenz Engell / Joseph Vogl. (Hg.), *Mediale*

126 Klaus Discherl, "Cent pour-cent parlant" oder wie der französische Tonfilm der 30er Jahre die Wirklichkeit suchte und das Theater fand, in: Hans Ulrich Gumbrecht / K. Ludwig Pfeiffer (Hg.), *Materialität der Kommunikation*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1988, 377-391 (380)

127 Loïc Loisel, "Das Schweigen des Realen", in: Dietmar Kamper / Christoph Wulf (Hg.), *Schweigen. Unterbrechung und Grenze der menschlichen Wirklichkeit*, Berlin (Reimer) 1993, 297f

Historiographien (= Archiv für Mediengeschichte 1), Weimar
(Universitätsverlag) 2001, 87-100

- bei Wernicke-Aphasie semantische Paraphasien häufig mit inhaltsarmen Stereotypen kombiniert; sogenannter *semantischer Jargon* entsteht, worin der Sinn der Mitteilungen kaum noch erschließbar ist, obwohl die Lautstrukturen der Wörter, der Satzbau und die Grammatik gut erhalten sind, etwa: "Ich glaube man sollte bei Null beginnen und bei oben. Es ist so: Gegenüber früher möchte ich erst einmal sagen, über den ganz großen Beginn erstmal, als ich ankam, ist es natürlich ganz entschieden" = zitiert nach: Walter Huber (Universitätsklinikum Aachen), Wie wir denken und kommunizieren, Vortrag vom 6. März 1997. Sendemanuskript Radio Bremen (Forum der Wissenschaft), online
<http://www.radiobremen.de/rb2/wissenschaft/1997/w70703.htm>

- Freudsche Psychoanalyse nimmt Ausgangspunkt gerade vom Versprechen her; die Störung wird nicht länger eliminiert, nicht länger als störend empfunden

- Max Bense, Einführung in die informationstheoretische Ästhetik. Grundlegung und Anwendung in der Texttheorie, Reinbek (Rowohlt) 1969. Wiederabdruck in: Ausgewählte Schriften, Stuttgart (Metzler) 1998, Bd. 3: Ästhetik und Texttheorie, bes. "Textstatistik", 352-356

- hat George Perec ebenso beim Südwestfunk als Radiohörspiel eine computerprogrammierte Permutation von Goethes Gedicht *Über allen Gipfeln ist Ruh´* realisiert

- kennzeichnet Shannon-Entropie den Grad an Überraschung, den eine Nachricht beim Empfänger auslöst; Maximum an Information ist erreicht, wenn alle nur denkbaren Nachrichten gleichwahrscheinlich sind, und es aus diesem Grund unmöglich ist, die jeweils folgende vorherzusagen. "Dieses Maximum ist vom weißen Rauschen, das alle Kanäle begleitet, ununterscheidbar" = Kümmel, TS xxx

- setzt Norbert Wiener dem Modell des absolut berechenbaren Universums, wie Newton und Laplace es verkündeten, ein statistisches Modell entgegen: "Auf dem Hintergrund zahlloser Rauschquellen sind Vorhersagen immer nur wahrscheinlich."¹²⁸

- Ästhetik als negentropischer Prozeß; grundlegende Kategorien der informationstheoretischen Ästhetik: "den Übergang vom Chaos, der Entropie als Zustand der gleichwahrscheinlichen Durchmischung der Elemente hin zur Ordnung, zum dekodierbaren Zusammenhang der Bildkonstituenten. <...> das Rauschen ist die Nichtbotschaft und somit die Summe aller möglichen Botschaften" = Rombach 1986; bleibt ein unkalkulierbarer Rest, ein Rauschen der Kanäle

¹²⁸ Friedrich Kittler, Der zerstreute Mathematiker. Er hat das Rauschen auf seine Formel gebracht : Norbert Wiener und die Berechnung des Unvorhersehbaren, Frankfurter Allgemeine Zeitung, 26.11.1994, Nr. 275, B4

- "Eine weitere Form des Rauschens sind Signale, die zwar empfangen aber nicht als Zeichen decodierbar sind" <Umstätter 1998: 223> - ein klassischer Unfall der Hermeneutik; Speichermedien der Informationsgesellschaft sollten daher auch über die Option verfügen, Rauschen, also Unverstandenes vorzuhalten - auf eine künftige Entzifferung hin, und nicht vorschnell - wie im philologischen Verfahren der Emendation - gereinigte Information zu produzieren, indem durch Filter - etwa Datenkompression von Bildern - rauschfreie Datenmengen erzeugt werden

- "Freud a fait des énoncés verbaux des malades, considérés jusque 'là comme bruit, quelque chose qui devait être traité comme un message" = Michel Foucault, *Message ou bruit?*, in: *Concours médical*, 88^e année, 22 octobre 1966, pp. 6285f (Colloque sur la nature de la pensée médicale), in: *Dits et Écrits I*, Paris (Gallimard) 1994, 557-560 (559)

- schließt das Reale am Rauschen an; dies auszudrücken Literatur im Alphabet nicht imstande, da es auf der Ebene symbolischer Zeichen operiert - ein beständiger Versuch, das Graphemsystem den linguistischen Phonemen anzupassen; auch Sprache nur im Ausnahme-, nämlich Unfall zur Artikulation von Rauschen fähig - etwa im Rauschzustand, glossolalisch. Mit Rauschen real zu rechnen (d. h. in realen Zahlen) vermag nur mathematische Statistik, nicht Literatur. Literatur, die mit diskreten Symbolen operiert, vermag analoges Rauschen immer nur intransitiv zu beschreiben, also: *über* Rauschen zu schreiben; übersetzt sie die Provokation des Rauschens immer schon wieder in eine sinnvolle, interpretative Ordnung - verpaßt also das Rauschen selbst. Nie aber vermag sie Rauschen *transitiv* zu schreiben, *das Rauschen zu schreiben*. Dies vermögen nur Medien, die an das Rauschen selbst angeschlossen sind, und das nicht buchstäblich, sondern elektronisch.

- das Imaginäre (des Kinos etwa, oder Zeitordnung namens "Geschichte") behauptet Einheit; das Symbolische (alles, was in oppositionellen Strukturen kodierbar ist: Sprache, Schrift, binäre Zeichensysteme) unterläuft diese Entitäten. "Das 'Reale' ist genau das, was in den Strukturen und Vorstellungen nicht aufgeht, da es die Möglichkeitsbedingung ist, die nicht als Einzelelement in der Struktur selber auftauchen kann (körperliche Dissoziation, tönendes Rauschspektrum, Ding an sich, ect.).¹²⁹

- Jules Janin, über Photographie, stellt "regelmäßige" Wandlung von Ordnung in Unordnung fest

- ursprüngliche Erfahrung der Eisenbahnfahrt verwandelte malerische Stilleben in Rauschen. Viktor Hugo beschreibt die neue Erfahrung in einem

¹²⁹ Siehe Heiko Reisch, *Das Archiv und die Erfahrung*. Walter Benjamins Essay im medientheoretischen Kontext, Würzburg (Königshausen & Neumann) 1992, 186f (Anm. 1), unter Bezug auf: Jaques Lacan, *Écrits*, Paris 1966

Brief vom 22. August 1837: „Die Blumen am Feldrain sind keine Blumen mehr, sondern Farbflecken oder vielmehr rote und weiße Streifen; es gibt keinen Punkt mehr, alles wird Streifen“ = zitiert nach: Götz Grossklau, Das technische Bild der Wirklichkeit: Von der Nachahmung (Mimesis) zur Erzeugung (Simulation), in: Michael Titzmann (Hg.), Zeichen(theorie) und Praxis, Passau (Wissenschaftsverlag) 1993, 89-111 (94); die Grenzen der sprachlichen Beschreibbarkeit erreicht; an deren Stelle stritt die Registrierung, d. h. die (Be-)Schreibbarkeit in Graphen

Sprache, Literatur

- zum „Ach“ hat – unter Bezug auf das Diktum „Spricht die Seele, spricht – ach – schon die Seele nicht mehr“ in Kleists *Amphitryon* – Friedrich Kittler in seiner Habilitationsschrift *Aufschreibesysteme 1800/1900* eine maßgebliche Interpretation geliefert – als Überschuß oder Einbruch eines asignifikanten Rauschens des Realen gegen die Ordnung der Literatur. Ach, wie schwer hat es doch das poetische Medium *Sprache*, „sich vom *Krach* abzugrenzen“¹³⁰. Im Falle Kleists wird dieses „Ach“ noch medialer, hat er doch das Menschenleben – im Kontext der physikalischen Experimente seiner Epoche – in einem elektrischen Feld angesiedelt gesehen. „Ach“ wird somit zum Ausdruck eines elektrischen Schocks (und zum Mouse-Klick zugleich)

Rauschen und Sprache

- Literatur *grammophon*, als habe der gedruckte Text ein ähnlich indexikalisches Verhältnis (Peirce) zum Physik der Stimme wie die technische Klangaufzeichnung. Hat sie aber nicht: der Buchstabe gehört, im Reich des Symbolischen, zur Ordnung des Archivs. Die Indexkarte (Zettelkasten, Katalog) unterscheidet sich hier vom semiotischen Index im Sinne des *unmittelbaren* Bezugs zwischen Darstellung und Objekt - etwa die Schneespur

- "Schriftliche Protokolle waren immer unabsichtliche Selektion auf Sinn hin. Der Phonograph dagegen lockt jene Sprachverwirrtheiten, um deren Psychiatrie es geht, nachgerade hervor" <Kittler 1986: 133>. Machines register noise as well, a different kind of information in the true sense of Shannon / Weaver's mathematical theory of information.

- Rilkes *Urgeräusch*: "Die schwingende Membrane des kleinen Phonographen ist das Trommelfell der Welt" <ebd.> - womit wir bei Rilkes *Urgeräusch* sind. Inspiriert durch die Anatomievorlesungen an der École des Beaux-Arts in Paris, schafft sich Rilke für Zuhause einen Schädel zum Studium an - "dieses besondere, gegen einen durchaus weltischen Raum abgeschlossene Gehäus" als sei es der *Heilige Hieronymus im Gehäus*,

130 Jochen Hörisch, Ende der Vorstellung. Die Poesie der Medien, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1999, 259

nach Dürer; bestimmter Kerzenschein macht ihm nachts plötzlich die Kronen-Naht des Schädels so sichtbar, "daß sie eine Erinnerung triggert, die aus Jacques Derridas Begriff der *archi-écriture* unter dem Begriff "Ur-Geräusch" schiere Positivität macht: "an einejener unvergessenen Spuren, wie sie einmal durch die Spitze einer Borste in eine kleine Wachsrolle eingeritzt worden waren!" Und nun der blasphemische Teil dieser Vision: "Ist es eine rhythmische Eigenheit meiner Einbildung, daß mir seither <...> immer wieder der Antrieb aufsteigt, aus dieser damals unvermittelt wahrgenommenen Ähnlichkeit den Absprung zu nehmen zu einer ganzen Reihe von" - buchstäblich "unerhörten Versuchen?"; Abb. in Helmholtz 1863: *Phonautograph*

- "Die Kronen-Naht des Schädels <...> hat - nehmen wir´s an - eine gewisse Ähnlichkeit mit der dicht gewundenen Linie, die der Stift eines Phonographen in den empfangenden rotierenden Cylinder des Apparates eingräbt. Wie nun, wenn man diesen Stift täuschte und ihn, wo er zurückzuleiten hat, über eine Spur lenkte, die nicht aus der graphischen Übersetzung eines Tones stammte, sondern ein an sich und natürlich Bestehendes -, gut: sprechen wir´s nur aus: eben (z. B.) die Kronen-Naht wäre -: Was würde geschehen? Ein Ton müßte entstehen, eine Tonfolge, eine Musik" = Rilke ebd.

- den oder dem Toten eine Stimme zu verleihen, bedeutet Grammophonie. Diese Rillen sind die Spuren, die Narben des Vampyrzahns aller gedächtnisadministrativen Systeme - "les sons, leur traces, leurs manières de mémoire", heißt es in den Schlußbemerkungen von Michel de Certeaus *L'absent de l'histoire* (Paris 1973)

Heiße und kalte Medien

- "Heiße" Medien mit hoher Auflösung sind "niedrig in der Beteiligung und kalte Medien hoch in der Beteiligung oder Ausfüllung durch die Zuhörer".¹³¹ Marshall McLuhans Unterscheidung zwischen *heißen* Medien (darunter das phonetische Alphabet, Papier, Buch, Bedeutung, visuell, intensiv gefüllte Städte: 29, sukzessiv, linear (25), Radio (22), Foto (22), Film (22) und *kalten* Medien (Sprechen (23), Mythos (25), Dialog, Stein (23f), Mosaik (333f), Hieroglyphen, zufällig angelegte Städte (29), taktil-auditiv, Elektrizität, simultan, Telefon (22), Cartoon (22), Fernsehen (29); Walter Seitter, Die Macht der Dinge (McLuhan), in: ders., Physik des Daseins, Wien (Sonderzahl) 1997, 143-159 (bes. 152 f.)

- spricht sich im Lichtton des Films das elektronische Medium selbst, gegenüber der Mechanik der Kinematographie: "Anfang 1920 glaubten wir im brausenden Geräusch des vorüberlaufenden Films einige von einer aufgenommenen Mundharmonika stammenden Töne zu erkennen; wenige Wochen später, am 22. Februar 1920, hörten wir, wenn auch noch sehr

¹³¹ Marshall McLuhan, *Understanding Media. The Extension of Man*, Cambridge / London 1994, 22f

verschwommen und ohne Konsonanten, zum ersten Male menschliche Sprache - das Wort 'Mikroampere'" = Vogt, Massolle und Engl, zitiert nach: Harald Jossé, Die Entstehung des Tonfilms. Beitrag zu einer faktenorientierten Mediengeschichtsschreibung, Diss. FB Sozialwissenschaften an der Johannes Gutenberg-Universität zu Mainz, <Jahr?>, 138

Rauschen, technisch (Fernsehen)

- VHS-Rekorder im Bemühen, Bildschärfe zu erzielen; dazu Schaltungen nach zwei Prinzipien arbeiten: "Bildverbesserer wie "Automatic Contour Control" (ACC+), "Crystal Clear Video", "Dynamic EQ", "Super Picture", "Studio Picture Control" und "Dynamic Signal Filter" greifen erst bei der Wiedergabe ins Bildsignal ein. Sie versuchen, einen möglichst guten Kompromiß zwischen der Bildschärfe und dem Bildrauschen (unruhige Flächen, "Schnee") zu erzielen. Beide Parameter stehen im Widerstreit: Je stärker die Elektronik versucht, feine Bilddetails zu fördern, desto mehr verstärkt sie das Rauschen. Die Wirkung solcher Systeme ist deshalb von vornherein begrenzt" = Wolfgang Tunze, Videorekorder. Noch längst kein altes Eisen. Weshalb sich die Anschaffung von VHS-Rekordern immer noch lohnt, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 223 v. 25. September 2001, T1

- im medienarchäologischen Sinne die einzige Botschaft des Fernsehens *Signale, keine Semantik*; Rauschen im Französischen für Radio und Fernsehen tatsächlich *parasite* = Weber 2000: 115, Anm. 5; Michel Serres, *Le Parasite*, Paris (Grasset) 1980; dt. übers. v. Michael Bischoff, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1981

- was das vom Optophonischen Institut (Raoul Hausmann) getragene *WorldhausTV* in Weimar zu seiner Kulturhauptstadtzeit 1999 99 Tage lang europaweit über Satellit und Anfang 2000 in Berlin im Internet und partagiert im Offenen TV-Kanal zeigte; nach Aussage von Reinhard Franz (Fakultät Medien, Bauhaus-Universität Weimar) gerade als Alternative zur Videokunst um „Kunst ohne Künstler“, d. h. eine Kunst, die sich im direktesten Sinne den Massenmedien stellt, die reine *Sendung*; das Eigentliche am Fernsehen die aktuelle Sendung, nicht das Filmarchiv, auch wenn der Anteil des Letzteren den Reportagen die Waage hält (Berichte, Übertragungen und Statements; zeigte *WorldhausTV* täglich eine Stunde *Rauschen*, wo *trash* nicht das Signifikat, sondern der Signifikant des Mediums Fernsehen ist: Sendung, nicht Programm: Fernsehsignalübertragung. „Wir testen Bilder“ hieß das Motto des *Kunstfernsehens*; täglich 60min *Rauschen* an verschiedenen Sendepunkten gesendet; definiert Robert Lehninger von *WorldhausTV* dieses Rauschen - das tatsächlich ein Verrauschen von ikonologisch identifizierbaren Bildern darstellt - folgendermaßen: "die wesentliche information des (weißen) rauschens ist weder null noch eins, sondern [...] daß es einen kanal gibt, der den zuschauer adressiert. das birgt die möglichkeit der signalübertragung, ein potential der kommunikation also. [...] es ist kein anfang, keine störung sondern endzustand. rauschen verschwindet im zeitalter des digitalen fernsehens. da rauscht nichts mehr. »rauschen«

sendet täglich eine stunde analoges rauschen, das mit einer zimmerantenne im studio von »kunstfernsehen« live empfangen wird ins berliner kabelnetz" =

<http://www.preset.de/worldhausTV/formate/format.html#farbfernsehen>;
ändert sich durch die Heraufkunft eines elektronischen Mediums das kulturell-diskursive Verhältnis von Rauschen und Information

- lassen sich die audiovisuellen Medien durch Literatur noch zur Rede stellen? Don DeLillo versucht es in seinem Roman *White Noise* von 1985: Titel der Fernsehkultur entnommen; bezeichnet den sowohl akustischen als auch visuellen „Grundlärm“ eines eingeschalteten Fernsehapparats ohne Bild" = Walter Moser, *Eppur si muove!*, in: Eckart Goebel / Wolfgang Klein (Hg.), *Literaturforschung heute*, Berlin (Akademie) 1999, 238; *White noise* hier nicht Unsinn, sondern ein „unaufhörlicher Partikelstrom von Information <...> in ständiger Bewegung“. ¹³² Tatsächlich transportiert das Rauschen permanent die Erinnerung an jenen medienarchäologischen Moment, als bei der frühen Entwicklung des Fernsehens die Bilder noch nicht technisch stabil waren

- wird der technische Signifikant selbst zur Aussage; im Rauschen spricht das Medium – Grundlage eines transharmonischen Verständnisses von Musik in der Rap-Kultur; *scratching* und *zapping* surfen das Medium, transitiv; gilt für technische Medien, was Walter Benjamin für die Sprache anhand der (Auto-)Referentialität von Eigennamen geschrieben hat: daß sie primär sich selbst kommuniziert; Christopher Fynsk, *The Claims of History*, in: *diacritics* vol. 22, fall/winter 1992, 115-126 (118)

- erinnert das Video-Scratching an die Materialität des Mediums; wird im Reich des Visuellen praktiziert, was aus der Welt des Vinyl für Disc-Jockeys längst vertraut ist. Durch Rückkopplung entstehen Bilder, die das Auge verletzen; zeigt VJ Safy (Assaf Etel) in Berlin regelmäßig *Live Scratchworks*: mit verschiedenen beschädigten, stehenbleibenden Laserplayern (Bild und Ton); Verhältnis von Signifikant und Signifikat (Videoclips) wird damit ausgehebelt - Arbeit der Entsemantisierung; Signalmanipulation des Speichers

- 1900 sucht Literatur mit dem technischen Rauschen zu konkurrieren; Rilkes "Ur-Geräusch": Epistemologie der "selbstschreibenden Maschinen" als Konkurrenz zu Schriftstellern; nur Kymographen ("graphische Methode") können wirklich Rauschen schreiben; 2000 hinkt Literatur dem Rauschen in anderen Medien nur noch hinterher; FU Berlin, Diss. Katja Stopka 2005, *Gestaltetes Rauschen. Über ein akustisches Phänomen in der Literatur um 1800 und 1900*

- akustisches Rauschen *per definitionem* unkodiertes Phänomen"; mathematisch und nachrichtentechnisch indes wohlkodiert: eine ganze Skala / Medienkultur von Rauschen (Peter Castine)

132 Edouard Bannwart / Daniel Fetzner, *Reflexionen – die Wissensmembran*, in: *Ausstellungskatalog 7 Hügel / VI: Wissen*, Budde / Sievenich (Hg.), Berlin 2000, 27

- wird Musik nicht mehr primär als figurativ, formal und tonal begriffen, sondern auf ihre Materialität als Abfolge akustischer Ereignisse in der Zeit medien-archäologisiert, steigt auch das Geräusch zum gleichberechtigten musikalischen Element auf = Honke Rambow, Rhythmus, Zeit, Stille, in: Kunstforum International Bd. 151 <Jahr???, 179-184 (179 f.)

Rauschen (ästhetisch, technisch)

- "Noise, in physics, an acoustic, electric, or electronic signal consisting of a random mixture of wavelengths. In information theory, the term designates a signal that contains no information" = Encarta.com; ist es dann noch ein "Signal"? "In acoustics, 'white' noise consists of all audible frequencies, just as white light consists of all visible frequencies"

- "Doch je mehr etwas rauscht, desto weniger verfügt das kulturelle Gedächtnis über den Zugangscode"; ästhetische Gestaltung des Rauschens, als Kunst, Literatur oder Musik, reagiert hilflos darauf; "erweitert die Kultur ihre Codes, so dass möglicherweise dort, wo vorher Rauschen war, später eine Nachricht vorliegt. Währenddessen macht sich wieder ein anderes, neues Rauschen im Kanal bemerkbar"; mithin "verschiebt sich nur regelmäßig die Grenzlinie zwischen Nachricht und Rauschen, so dass es weiter die Projektionsfläche für das Ausgeschlossene" bleibt = MontagsMusik RAUSCHEN; 16.- 22. Oktober 2001, Podewil Berlin; Diskussionspodien

- *Rauschen und Technik*: Christian von Borries (Musikmissbrauch Berlin), über "Rauschen, Dolby und Aura"; vom Aura-Begriff Walter Benjamins ausgehend der Frage nachgegangen, inwieweit Aufnahmerauschen eine historische Aussage ist

- Synthesizer-Klänge direkt aus Rauschen gefiltert, um daraus Tonstrukturen zu generieren

- quer zur Geschichte des technischen Bildes von Anfang an eine Medienarchäologie der technischen Bildstörung. Ko-artikulativ zur gewünschten Abbildung der Welt liefert der Apparat eine Abbildung seiner eigenen Materialität. Was in der Übertragung unsichtbar bleiben soll - der technische Übertragungskanal selbst - kommt zum Vorschein als Störung der Information im Spiel der Signal-Rauschen-Dynamik. Beispiel der Photographie: Effekte "eines Rauschens, das stumm hinter der Oberfläche der Bilder haust und von Zeit zu Zeit als Störung zum Vorschein kommt" = Peter Geimer, "Bilder des Rauschens", *abstract* zum Panel "Rauschen / Technik" im Rahmen der Veranstaltungsserie *Rauschen* im Kunsthaus Podewil, Berlin, Oktober 2001

- Audio-Rohrschach (Banks) beim Radio- und Bandrauschen: menschliches Gehör neigt zur Identifizierung von Gestalt; hermeneutisches Gehör ("Verstehen") unterstellt immer schon verborgene Bedeutungsebenen

Signal oder Rauschen?

- Don DeLillo, *White Noise*, New York (Penguin) 1985; Fernsehen einfach als modulierte Wellen; weißes Rauschen (Hintergrundrauschen) ist ein idealistischer Zustand, weil es ihn physikalisch nicht geben kann
- Thomas Pynchon, *Entropy*. Wie präzise ist Literatur gegenüber technischen Begriffen: metaphorisiert sie diese?

ELEKTRONENRÖHRE

Das Relais

- Siegfried Jahn, *Das Relais in der Praxis*, Minden (Albrecht Philler) o. J.
- Relaiskontakte zum Einsatz logischer Verknüpfung = Allianz von Logik und Materie (Techno/logie); ebenso Einsatz für "Haltekreise" (binäre Relaispeicher)
- bistabile Röhrenschaltung (Flip-Flop) = elektronisches Relais (Eccles / Jordan 1919), als Datenspeicher in ENIAC 1946
- William H. Eccles / F. W. Jordan, *A Trigger Relay Utilising Three-Electrode Thermionic Vacuum Tubes*, in: *The Electrician* 83 (1919), 298; erscheint im gleichen Jahr auch in: *The Radio Review* 1 (1919) No. 3, 143-146; beide nennen diese Schaltung aus zwei de Forest-Trioden ein "one-stroke relay" (= Flipflop).
- über "pneumatisches Relais" zur Verstärkung Pneumatischer Klaviere: Siegfried Wendel, *Das mechanische Musikkabinett*, Dortmund (Harenberg) 1983, 140
- Relais dient zur Verstärkung schwach gewordener Morsezeichen durch neue unverbrauchte Stromimpulse (vgl. Pferdewechsel bei Reisepost Thurn und Taxis). Telephongesellschaften suchen nach Relais für Sprechverbindungen; ankommendes Signal bei Kopplung von Telefonmuschel und Kohle-Mikrofon über weite Distanzen zu schwach, zu zögerlich für gesprochene Sprache. Lee de Forest entwickelt Röhre zur Demodulierung von Funkwellen (Röhrenaudion). Robert von Lieben: elektronische Verstärkerröhre
- Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS), eine Weiterentwicklung der Steuerung von Anlagen durch Relais. Die bisherigen Relais werden dabei durch "Programmierbare Relais" ersetzt. Hier wird die Schaltungslogik in einem speziellen Computer zusammengefaßt, herausgeführt werden primär die Geräteausgänge und die Schalter/Meßfühler-Eingänge.

- Relais *ist* ein Speicherzustand: Im wahlfreien Direktzugriffsspeicher ist jede Speicheradresse inhaltlich veränderbar, doch um den Preis der Flüchtigkeit: Mit dem Erlöschen der Betriebsspannung des Computers wird auch sein Dateninhalt gelöscht, weil die Informationen lediglich als elektronische Schaltzustände vorliegen - im Unterschied zur physikalischen Dauerspeicherung durch Magnetisierung oder optischer Inschrift auf Platten in externen Speichern.

- in medienarchäologischer Inkubationsphase des Computers fröhliche Pluralität von Speicherarten. Es beginnt mit dem Relais. Dieses medienepistemische Ding wird durch eine entsprechende Schaltung in einen von zwei unterschiedlichen Zuständen versetzt, den es sich merkt und mithin speichert; ein solcher RS-Kippschalter *ist* nicht nur in einem Speicherzustand, sondern *hat* ihn auch, so daß im Dualzahlsystem damit gerechnet werden kann. Folgen als Datenspeicherelemente der effektivere, weil schaltzeitverkürzende Einsatz von Elektronenröhren in Flip-Flop-Schaltungen, die Kathodenstrahlröhre, die Ultraschall-Leitung, der ferromagnetische Ringkern, und schließlich Magnetband, Magnetplatten und Magnettrommel. Die Leitungen in ihrer physikalischen Widerständigkeit fungieren hier im Grunde selbst als (Zwischen-)Speicher, was einen dynamischen Speicherbegriff (im Unterschied zur residenten Gedächtnismetaphorik des Okzidents) erfordert. Die Magnettrommel hält dabei das Gedächtnis der Daten in Latenz, denn die gespeicherten Impulse bleiben auch nach Ausschalten der Stromquelle bestehen. Die Löschung der auf der Trommeloberfläche gespeicherten Impulse geschieht erst im Moment des erneuten Beschreibens; ungleich dem mittelalterlichen Palimpsest bleibt dann jedoch keine lesbare Spur mehr zurück. Was zählt, ist der Stellenwert der Speicherstelle.

- parallel zum Relais/Schalter: die Sicherung. Draht, der bei zu hohem Stromfluß aus Hitze durchbrennt - Sicherung in Elektroteilen, zugleich das Prinzip der Glühbirne (dort Erhitzung zur Lichterzeugung genutzt).

- optische Lichtschranke als Unterbrecher/Schalter; Lacans Bild der "kybernetischen Tür"

Relais, Elektronenröhre, Flip-Flop, Transistor

- Claus Römer, "... gedenket besonders auch Liebens". Vor 90 Jahren wurde in Wien die Elektronenröhre erfunden", in: FAZ 19. März 1996

- "Das Relais", in: Szalay 1954: 217 f.

- Robert Dennhardt, "Begriffshistorische Störungen zweier technologischer Episteme (Synchronisation / das Digitale) und ihrer technischen Dispositive (Oszillator / Computer), in: ders., Unterbrecherkontakt und Binärspeicher. Eine Geschichte der Synchronisation elektronischer Pendel und ihre Störungen als Genese des Digitalen (1835(1883-1919)1942),, 22 ff. - Intervallschachtelung

- "Halbleiter und die Anfänge der Festkörperphysik", in: Fickers 1998: 17-20
- Paul Hatschek, Die Photozelle im Dienst der Tonfilmwiedergabe, Halle/S. (Knapp) 1948, 1 f. u. 11 f.
- Werbeanzeige Lucent Technologies (Bell Labs): vom Transistor zum Chip; löst jeweils einen Mediensprung aus (erst Computer, dann Internet)
- Elektronenröhre in *Volksempfänger* mit aufgestempelter Swastika
- Relais als Bestandteil einer elektromagnetischen Uhr (Takt / Zeit / Schaltung)
- Röhren-TV, "Bildröhre", Radio als Mini-TV: die Abstimmmanzeige an alten Röhrenradios. Nur bei genauer Abstimmung bildet der Oszillator mit der Senderfrequenz eine ZF, so daß die Regelspannung ihren Höchstwert erreicht und als Indikator verwendet werden kann
- Funktionsweise der Braunschen Röhre im Oszilloskop: sieht zwar äußerlich wie Rundfunkröhren aus und arbeitet ähnlich, aber reines Anzeiginstrument; Abstimmmanzeigeröhren ("Magisches Auge") "haben einen Leuchtschirm, der als Anode für einen Elektronenstrahl wirkt und mit einer Schicht überzogen ist, die dort, wo die Elektronen auftreffen, hellgrün aufleuchtet. Infolge des besonderen Aufbaus der Röhre kann die Richtung des Elektro/nenstrahls geändert werden, so daß er dann eine mehr oder weniger breite Fläche der Anode tritt - dort entsteht also eine mehr oder weniger große grün aufleuchtende Fläche. Die Richtungsänderung der Elektronen wird durch eine negative Gittervorspannung der Anzeigeröhre bewirkt - und dieses Gitter wird mit an die Regelspannung angeschlossen" = Jakubaschk o. J.: 288 f.
- Geburt des Massenmediums aus einem Artefakt: "Erst die Fortschritte in der Röhrenverstärkertechnik machten Kopfhörer entbehrlich und ermöglichten die Übertragung in Zimmerlautstärke"¹³³; Lautsprecher
- Photozelle im akustischen Dienst: Mediengeschichte von Artefakten her nicht nur auf menschliche Sinne bezogen schreiben; changieren elektrotechnischer Kernelemente zwischen sonischem und visuellem Einsatz
- "Im 20. Jahrhundert ist in der Medienwelt prinzipiell nichts Neues mehr erfunden worden" = Siegfried Zielinski, Vortrag am 26. Oktober 1997 am ZKM Karlsruhe, zitiert nach: Dieter Daniels, Kunst als Sendung. Von der Telegrafie zum Internet, München 2002, 92; vergißt dabei die Turing-Maschine

133 Heinz Nixdorf MuseumsForum, Museumsführer, Paderborn (HNF) 1997, 157

- zentraler Bestandteil elektro-akustischer Beschallungssysteme, der elektromagnetische Verstärker bzw., die grundlegende Elektronenröhre, erst Anfang 20. Jahrhunderts erfunden und während des Ersten Weltkriegs zur einsatzbereiten und mit den elektroakustischen Wandlern kombinierbaren Röhrenverstärkertechnik weiterentwickelt; wird zunächst nach anderen Möglichkeiten gesucht, den entstehenden Bedarf nach einer Lautverstärkung mit elektrotechnischen Mitteln zu decken. "Überbrückt wird diese Lücke vor allem Hilfe elektro-mechanisch arbeitender Relais-Verstärker" = Ralf Gerhard Ehlert, Public-Address-Strategien von 1919 bis 1949, in: Daniel Gethmann / Markus Stauff (Hg.), Politiken der Medien, Berlin (diaphanes) 2005, 319-340 (319 f.)

Elektronik, buchstäblich: Die Glühkathodenröhre

- meint "Elektronik" zunächst das wissenschaftliche Gebiet physikalischer Effekte mit freien Elektronen in Vakuum oder Gas; der Ausdruck "Elektron" steht für das elektrische Elementarquantum, eingeführt 1891 von George Johnstone Stoney

- altgriechisch für Bernstein, wenn er - gerieben - Funken schlägt / Münze Elektron in Lydien

- 1869 Hittorf (Münster) baut die erste Röhrendiode (Halbleiterwirkung von Pyrit und Bleiglanz als Spitzengleichrichter 1874 entdeckt); Nachweis der Existenz von aus Kathoden austretender Strahlung (Schattenkreuzversuch): "Ein in eine Glaskugel eingeschmolzener Glühfaden wurde erhitzt und ein auf Anodenpotential liegendes Blech in der Form des Malteserkreuzes zog die Elektronen an, die durch ihre Beschleunigung zum Teil an dem Kreuz vorbei gegen die mit Leuchtstoff beschichtete Wand des Glaskolbens prallten und die Leuchtschicht anregten. Das Abbild des Kreuzes wurde sichtbar" <Brauner 1995: 25>.

Edison entdeckt 1883 eher zufällig die Emission von Elektronen in Glühlampen; prinzipiell resultiert daraus die Glühkathodenröhre (unabhängig, aber gleichzeitig - vor dem Hintergrund eines medienepistemologischen Dispositivs - von Lieben und de Forest 1906 entwickelt). Die Spannungssteuerung geschieht hier durch ein Gitter (als Elektrode).

- Modifikation von McLuhans Einteilung in Licht als a) Beleuchtung (Edisons Erfindung, die Glühlampe) und b) als Information (Blinkzeichen, Morse-Code). Im Verborgenen kommt Licht in der Glühkathodenröhre zur Stromsteuerung zum Einsatz.

- Elektronenröhre als trägheitsloses Steuersystem, im Unterschied zum Relais nicht auf mechanischer Basis; medienepistemologisches Momentum: Ablösung von der physikalischen Materie zugunsten von Elektronen (erst mit Gas, dann im Vakuum der Röhre); als Verstärkerelement wird Röhre zum digitalen Schalter; medienepistemologisch vom Symbolischen zum Realen - und hier

umgekehrt, von *digital* zu *analog*: "The implementation of the new valves together with the "flip-flop" provided possibilities for the creation of powerful amplifiers. Therefore, it became possible to transmit human speech directly instead of traditional Morse code. The world's first live broadcast with a human voice was introduced to Russia by Bonch-Bruyevich in 1921" = G. N. Povarov 2001: 72

- "amateur radio set made by some school children in Vologda (600 km. north of Moscow) turned to be the only radio-station which managed to receive signals from Umberto Nobile and his (Italian) polar expedition after their airship (zeppelin) crash. It was equally capable of stabile communications with the polar researchers. Ultimately, this saved their lives" = Povarov

- geben Elektronen freiwerdende Energie als Lichtquant ab. An dieser Stelle werden (elektronische) „Bilder der Energie“ zum physikalischen Naturselfstausdruck. „Auf der Glühemission von Elektronen im Vakuum [sowie deren Beschleunigung und Ablenkung durch elektrische bzw. magnetische Felder], schließlich auf der Umwandlung ihrer Energie zu Licht in einem Phosphor beruht die Wirkungsweise der *Kathodenstrahlröhre*" = Bestenreiner 1988: 247

- Differenz der Begriffe elektromechanisch und elektronisch; Nipkow-Scheibe / Ikonoskop Zworykins

- "Die relativ lange Berechnungszeit der elektromechanischen Maschinen resultiert aus den Relais, die für die Zuse-Geräte und den MARK I <Mathemantiker Howard H. Aiken, Hardwar-Universit> verwendet wurden. Der erste elektronische REchner, also ein Gerät, das statt Relais Elektronenröhren benutzt, wurde 1947 in Amerika von John Propsper Eckert und John William mauchly fertiggestellt. Er trug tn den Namen ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer)." = Alfred Görgens, Einführung in die EDV. Ein Wegweiser in die Welt der Computer, Köln (Buch und Zeit) 1987, 12

- "Weshalb der ehrgeizige und mathematisch wohldurchdachte Versuch Babbages fehlschlug, war <...> lediglich darauf zurückzuführen, daß es keinerlei Geräte mit den Eigenschaften der Vakuumröhre gab. <...> Sein Apparat bestand aus langen Ketten ineinandergreifender Zahnräder. <...> Die erste wirklich aussichtsreiche Erprobung dieser sequentiell voneinander abhängigen Schaltwerkketten stellte die Konstruktion der digitalen Hochgeschwindigkeitsrechenmaschinen dar" = Norbert Wiener, Die Zukunft der Automaten [orig.: The future of automatic machinery, in: Mech. Engrg, 75 (1953), 130-132; Wiederabdruck: Norbert Wiener, Collected Works with Commentaries, Bd. I, MIT Press 1976, 663-665], in: ders., Futurum Exactum. Ausgewählte Schriften zur Kybernetik und Kommunikationstheorie, hg. v. Bernhard Dotzler, Wien / New York (Springer) 2002, 207-216 (208)

Der Transistor (Halbleiter)

- Halbleiter Pyrit-Kristall (Ferdinand Braun) Detektorradio: Gleichrichter verwandeln Wechsel- in Gleichstrom

- Dezember 1947 Bell Laboratories: Transistor (W. Schockley). Namensgebung Vorschlag Bell-Mitarbeiter J. Pierce: Eigenschaft des Transistors als steuerbarer / kybernetisierter Widerstand zu Kunstwort Trans(fer)(res)istor = "Widerstandsübertrager"

- Dirk Brauner, Gedanken über die Zukunft einer Achtzigjährigen. Röhrentechnik heute, in: StudioMagazin 3, Dezember 1995, 18-31 (24)

- Emitter - Basis - Kollektor; bipolarer Transistor wirkt als Verstärker oder als Schalter

- MOS-Feldeffekt-Transistor = Metal Oxide Semiconductor (also Halbleiter); zwischen "Quelle" und "Senke" entsteht ein elektrisches Feld als Kanal; fungiert als Schalter. Vorteil: leistungslose Steuerbarkeit (kybernetisches Kredo: Information tritt an die Stelle von Energie).

- Theorie des Metall-Halbleiter-Übergangs: Schottky 1939

Einzelelektronentransistor

- Einzelelektronentransistoren (Ein-Elektron-Transistoren) "elektronische Bauelemente, die zu einem bestimmten Zeitpunkt nur von jeweils einem Elektron passiert werden können. Ähnlich wie Feldeffekttransistoren besitzen sie Reservoirs, die man als Source und Drain bezeichnet sowie (mindestens) ein Gate mit dem der Transistor steuerbar ist. Insbesondere ist es bei mehreren Gates möglich die SETs zur Stromeichung zu verwenden. Dazu wird an die Gates eine definierte, hochfrequente Spannungsfolge gelegt. Im ersten Schritt wird durch ein Gate Kontakt zur Source geschaffen während gleichzeitig die Leitung zum Drain durch ein anderes Gate unterdrückt wird. Die Einstellung erfolgt so, dass genau ein Elektron den SET besetzen kann. Im nächsten Schritt wird die Leitung nach Source unterdrückt und nach Drain ermöglicht. Das Elektron wird durch Spannung an ein weiteres Gate aus dem SET "herausgedrückt". Potentiell könnte mit Hilfe einer Schaltung von SET die Messung der Größe "elektrischer Strom" auf die Messung einer Frequenz zurückgeführt werden, wie es für die Größe "elektrische Spannung" bereits über den Josephson-Effekt der Fall ist, und so könnte ausgehend von einer definierten Frequenz ein hochpräziser Quantenstandard des elektrischen Stroms definiert und dargestellt werden." Eine Realisierungsmöglichkeit: kleinste metallische Übergänge mit einer dünnen Isolatorschicht zwischen den metallischen Kontakten, "durch die Elektronen 'tunneln' können" = <http://de.wikipedia.org/wiki/Einzelelektronentransistor><http://de.wikipedia.org/wiki/Einzelelektronentransistor> Wikipedia, Zugriff 15. Oktober 2007

Röhre *versus* Transistor? (Mythos der Elektronenröhre)

- "Das Vakuum ist die Semantik der Elektronenröhre" = Hartmut Petzold, Deutsches Museum, München, im Rahmen einer Spezialführung, 20. Februar 2008

- Stichwort Klirrfaktor: entstehen in E-Röhren ergänzend zum Eingangsklang mehr Obertöne als in Halbleitern; letztere vermitteln dadurch einen klareren Ton. Gerade die Unklarheit, die Verzerrung aber war - obgleich ein aus High Fidelity-orientierter Perspektive scheinbar elektrotechnischer Mangel - konstitutiv für die sonische Ästhetik, den Sound des frühen Rock'n Roll (Elvis Presleys Gitarristen)

- Präsenzerzeugung durch akustische Medien, speziell in Röhrenverstärkern, vom Glockenton her vertraut; fehlt ein Grundton und spielt man dem Ohr eine Zahl von Obertönen zuspiziert, ergänzt ihn das menschliche Gehör zu einem "imaginären", ideophonischen Grundton; werden diese Obertöne im Frequenzgang der Röhrenerstärker von der Elektronik selbst erzeugt; verfügt Elektronenröhre (anders als der Transistor) über eine weitgehend lineare Kennlinie; kommt Differenztonfaktor hinzu: zwei Töne etwa, einmal 2000 Hz und einmal 1900 Hz, ergeben einmal (subtraktiv) einen zusätzlichen Ton von 100 Hz, sowie (additiv) einen Ton von 3900 Hz, der im Original gar nicht vorhanden = Henry Westphal, Vortrag über Mythos und Realität der Röhrenverstärker, Seminar für Medienwissenschaft(HUB), 7. Februar 2008 (Medientheater)

- *zeitigt* die Gegenkopplung in Röhrenschaltungen Verzögerungen: das zeitkritische Element, das an der eigentümlichen Materialität der Elektronenröhre haftet

- Klirrfaktor, die " (Harmonic) Distortion" (HD), als Maß für eine nichtlineare Verzerrung = Enders 1997: 147. Eine nichtlineare Verzerrung ist eine solche, "bei der zum Originalklang neue Schwingungen (Kombinationston) hinzutreten" = ebd., 352; ungewollte Verzerrungen mit dem Equalizer ausgeglichen

- macht für Harmonia und Disharmonia der technische Typus Elektronenröhre die ganze Differenz; Triode weist (in der Gegentaktstufen-Schaltung) die Eigentümlichkeit auf, "daß die bei der Verstärkung durch die Röhre verursachten geradzahigen Oberwellen durch die Gegentaktwirkung ausgelöscht werden. Geradzahlige Oberwellen entstehen aber vorwiegend bei der Triode, während die Pentode in erster Linie ungeradzahlige" Obertöne zeitigt = I. Ratheiser, Rundfunkröhren. Eigenschaften und Anwendung, Berlin et al. (Regelius) 1949, 60

- oszilliert Kombinationston zwischen medienarchäologischer Existenz (die Ebene der Akustik) und menschlicher Einbildung ("Eintönung" eigentlich, die Ebene der Psychoakustik)

Verdinglichte Elektronik (Elektronenröhre, Transistor, Kondensator)

- Paul Hatschek, Die Photozelle im Dienst der Tonfilmwiedergabe, Halle/S. (Knapp) 1948, 1f u. 11f

- Dirk Brauner, Gedanken über die Zukunft einer Achtzigjährigen. Röhrentechnik heute, in: StudioMagazin 3, Dezember 1995 / Januar 1996, 18-31: Motto: die Elektronenröhre nicht vom materiellen Artefakt, sondern vom Vakuum her denken - eine Art "negatives" epistemisches Ding, denn der Kern der Prozesse, der Elektronenstrom, ist immer noch indirekt, phänomenologisch, faßbar:]

- Kapitel II "Vom leeren Raum", speziell Unterkapitel II.5 "Leere Räume in der Praxis", aus: Heinrich Konen, Physikalische Plaudereien. Gegenwartsprobleme und ihre technische Bedeutung, Bonn (Verl. d. Buchgemeinde) 3. Aufl. 1941, 31f u. 63-73; leerer "Raum" in Physik und Mathematik; Röntgenröhren; Audionröhre; Braunsche Röhre

- Kapitel IX "Elektronik", in: Laszlo von Szalay, Moderne Technik. Elektrotechnik, Berlin (Safari) 1954, 386-396 u. 401 f.: Elektronen, Brownsche Molekularbewegung, Elektronenröhren und deren Funktionen bis hin zur KI

- astabile Kippstufe, generiert UKW-Hochfrequenz, auf der eingespeiste Niederfrequenz (Audioquelle, Sprache, Musik) gesendet wird, abstimmbare zu empfangen über Radio

- thermisches Rauschen der Elektronen im Vakuum / Brownsche Molekularbewegung; Wieners Versuch einer harmonischen Analyse derselben

- Simulation der Elektronenröhren im ENIAC durch *MatLab*

- das "magische Auge" (Kathodensichtrohr) im ehemaligen Radio, Gegenstück zum "magischen Auge" am Kapazitäts-Meßgerät

- wird die Röhre nicht nur zur Elektronik (zur trägheitslosen Steuerung eines Stroms) eingesetzt (Audion-Röhre), sondern als digitales Schaltelement in Computern, wechselt sie ihren Seinsstatus, ohne auch nur einen Deut ihre technische Verfassung zu ändern. Niemand anders als der große Erbe Sigmund Freuds, Jacques Lacan, korreliert das Subjekt als Funktion einer Serie diskreter Zustände unter explizitem Rückgriff auf eine elektronische Röhre: "All jene, die mit dem Radio hantiert haben, kenne das - eine Triodenröhre - wenn 's an der Kathode heiß wird, bombardieren die Elektrönchen die Anode. Befindet sich etwas dazwischen, dann läuft der elektrische Strom durch oder nicht, je nachdem ob das positiv oder negativ geladen ist. Man kann nach Belieben eine Modulation des Stromdurchgangs realisieren oder einfacher ein System des Alles oder Nichts" = Lacan, Das Seminar II: 156

- August Foerster, Das Telegraphon, in: Georg Malkowsky (Red.), Die Pariser Weltausstellung in Wort und Bild, Berlin (Kirchhoff) 1900, 398-400, bes. 399: Verstärkerwirkung ("die Poulsenschen `Relais´")

- Elektronenvakuümrohre verdinglicht die zwei Seiten der Elektrotechnik: einerseits Energie und Materie (Anheizung der Glühfäden, dafür "Heizbatterie"); andererseits Information (Steuergitter); vgl. elektromagnetisches Relais: durch Schwachstromimpuls große Starkströme lenken / verstärken. Leitsätze von McLuhan 1964 (Licht als Energie / als Information in der Neonbuchstabenwerbung respektive als Morsecode) sowie von Norbert Wiener (Information ungleich Materie oder Energie)

- Konsequenzen für Radio als Massenmedium zum Durchbruch: Audionempfänger mit Rückkopplung und NF-Verstärker

- Elektronenröhre als integrierte Schaltung: Loewe-Ortsempfänger OE33 von 1926, entwickelt u. a. von Manfred von Ardenne): hier befindet sich die gesamte Schaltung in der Dreifachröhre (mit Ausnahme des Drehkondensators, Netzschalter, Spule) - "das erste integrierte Schaltmodul der Welt" (Hans-Joachim Liesenfeld, Heiligenstadt); mußten frühe Audion-Radios noch von der Reichs-Telegraphen-Verwaltung (RTV) genehmigt werden und wurden in geschlossenem Gehäuse, verplompt geliefert - das Gegenteil medienarchäologischer Radioanalyse

- Röhre *versus* Transistor: "In den Entwicklungslaboratorien der ganzen Welt erobern die Transistoren die bisher von den Röhren eingenommenen Funktionen langsam aber sicher. Beim Fernsehen scheint der Transistor zunächst weniger erfolgreich zu sein als auch dem Gebiet des Rundfunks" = Meldung Sigle "-tt-" in: Radio und Fernsehen 22 (1957), 709, nach: *La Télévision Professionnelle* Nr. 260, April 1957; hält sich auf dem Chassis von Rafena-Fernseher *START 1A/1B* hartnäckig die Röhrenbestückung; was die längste Zeit auch im volltransistorisierten Fernseher überlebte: die *Bildröhre*, nicht aus intern technologischen Gründen, sondern als notwendiges Interface

- "Magisches Auge" macht McLuhans Behauptung wahr: das Medium (Elektrizität) als die Botschaft, buchstäblich *fernsehen* (am Radio); "Bildröhren"-TV, Mini-Bildröhre an Radio: die Abstimmmanzeige an antiken Radios

- FlipFlop eine Schaltung aus zwei Triodenröhren; zwei Röhren darin zu einem Regelkreis verschaltet, so daß der Output der einen als Input der anderen fungiert und zwar derart, daß sich jeweils auf einem bestimmten Spannungsniveau ein Gleichgewicht einstellt; dadurch möglich, einen binären Zustand so lange zu speichern, bis Veränderung eintritt

- kann die Röhre - vormals Durchgangsmedium für Elektronen- und Radioströme -, plötzlich geschaltet zu zweit als Eccles-Jordan-Trigger ("Trigger Relay", 1919), als in sich rückgekoppelter Schaltkreis zwei *stabile* Zustände annehmen und damit selbst als Speicher für eine Binärstelle

dienen" = Johannes Arnold, Abenteuer mit Flipflop, Halle 1970, 16; in diesem Sinne auch Bernhard Siegert, Passagen des Digitalen, Berlin (Brinkmann & Bose) 2003, 405

- "Multivibrator" von Abraham / Bloch 1919 (für diskreten Takt, erzeugt im Elektrotechnischen)

- Photozelle im akustischen Dienst: Mediengeschichte von Artefakten her nicht nur auf menschliche Sinne bezogen schreiben; Changieren elektrotechnischer Kernelemente zwischen sonischem und visuellem Einsatz

Eine Welt für sich. Die Elektronenröhre als Modellfall von Medientheorie

- Experimente zur Erdatmosphäre als quasi-Simulation von Makroelektronenröhren (Elektronenfluß darin); *Terrella* eine elektrisch magnetisierte Stahlkugel, in einem hochverdünnten Gas aufgehängt und von Kathodentrahlen beschossen: gelang es Birkeland 1902, eine *Aurora borealis* naturähnlich im Labor zu erzeugen; auf dieser Grundlage eine einheitliche Theorie der Polarlichter entwickelt = Norbert Untersteiner, Theorien, Experimente und der Computer in den Erdwissenschaften, in: Valentin Braitenberg / Inga Hosp (Hg.), Simulation. Computer zwischen Experiment und Theorie, Reinbek bei Hamburg (Rowohlt) 1995, 126-147 (135 f.)

- Technologien im Vollzug als Test aller Medientheorien; aktuelle Epoche nicht schlicht die der Elektrizität (McLuhan), sondern der Elektronik, definiert durch die bewußte Steuerung des freien Elektronenfusses. Verdinglicht ist diese Epoche im Artefakt der Elektronenröhre und ihren diversen Manifestationen; sie ist damit einerseits in technischen Grundlagen präzise faßbar und andererseits Modellbildend für die Episteme der Elektronik selbst

- liegt Grenze der Elektronenröhre einerseits in quantenmechanischen Vorgängen, andererseits in der klassischen Makrophysik; schreibt Heinrich Barkhausens klassisches Lehrbuch das We(i)sen der Elektronenröhre einerseits in präzisen mathematischen Gleichungen an, andererseits in Begriffen, welche diese mithin zeitkritischen Ereignisse im Hochvakuum als dramatischen Mikrokosmos, als Weltgeschehen nach eigenem Recht beschreibt, in der die Elektronen "hinüberfliegen" wie kleinste Individuen und deren Schwingungen in ihrer "Resonanz" eine mikrokosmische Sphärenmusik induzieren; in diesen Momenten läßt sich die medienepistemische Implikation fassen

- Diode eher zufällig anhand der Glühlampe entdeckt ("Edison-Effekt"), wird die Elektronenröhre zunächst als Verstärkerelement in der Telephonie eingesetzt ("Lieben-Röhre"), dann mit Rückkopplung für Radiosendung und -empfang begabt ("Audion-Röhre"); andererseits erfolgt ihr Einsatz als zeitkritisches Meßmedium in Form der Braunschen Röhre

(Kathodenstrahlröhre), die später zum Massenmedium Fernsehen wird. Daneben erfüllt die Elektronenröhre Funktion für in frühen Computern (die Schaltgeschwindigkeit der Elektrizität, ultrakurze Speicherprozesse)

- Elektronenröhre exemplarisches Artefakt der Medientheorie; als epistemisches Ding und den damit verbundenen Methoden anschlussfähig einmal zur Makrowelt der Meßmedien und sogenannten Massenmedien (die "elektronischen" Medien Radio, Fernsehen, bis hin zum Computer;) andererseits zur Quantenphysik mit ihren mathematischen Verfahren (Photonik, Einstein, Molekularbewegung, Statistik mit Wiener)

- Modellierung der Röhre als Medienarchäologie: "Die Züchtung der Röhre zum ersten nicht-mechanischen Schaltelement der Mediengeschichte gilt als eine hauptsächlich praktische, rein technische Zäsur.

- Gaston Bachelard, Epistemologie. Ausgewählte Texte, Frankfurt/M., Berlin u. Wien (Ullstein) 1974, Teil III 200 ff. "Kontinuität oder Diskontinuität?" Die Dinghaftigkeit von Medienepistemologie zeigt sich an seiner Sprunghaftigkeit

- erlaubt elektronisches, nahezu trägheitsloses Schalten Kippvorgänge ohne materielle Abnutzung und erreicht Geschwindigkeiten, die herkömmliche, elektromechanische Relais um das zigtausendfache übertrifft; setzen zählende Röhrenschaltungen und FlipFlops das theoretisch längst entdeckte Paradigma diskreter Codierung und Berechnung – die 'Welt des Digitalen' – technikhistorisch durch; fordert die techno-logische und techno-mathematische Entwicklung von Röhrenschaltungen zeitliche Koordination und Synchronisation; eine zeitkritische "Welt für sich"

- "Wichtig im Universum ist nicht das organische Leben, sondern die Information. Wenn sich herausstellt, daß die Computer, daß die Maschinen, die Informationen besser transportieren können als der Mensch, der Mensch als Vehikel nicht mehr ausreicht, dann muß der Computerforscher oder \-spezialist beitragen zur Vernichtung der Menschheit, damit die Computer die Information übernehmen, den Transport der Information in Zeit und Raum [...]" = Heiner Müller im Dialog mit Alexander Kluge, unter: http://muller-kluge.library.cornell.edu/de/video_exp.php?f=106; entsprechende passage im Transkript

Strom, Elektron und Ion. Die Differenz von Elektrik und Elektronik. Grundlagen der Elektronenröhre (techno-epistemische Ekphrasis)

- Dreifachröhre (von Ardenne / Loewe) für Radioempfänger OE 333 "erste integrierte Schaltung der Welt" kommentiert DTMB; Patentgebührenersparnis ermöglicht Massenmedium

- Elektronen Elementarteilchen mit einer bestimmten negativen Ladung; "alle beobachteten elektrischen Ladungen sind ganzzahlige Vielfache dieser kleinsten Ladungsmenge <...> umkreisen den Atomkern auf

Bahnen, deren Wechsel nur durch Energieaufnahme oder -abgabe möglich ist. <...> Als Leitungs-E.en ermöglichen sie den elektrischen Stromfluß durch Leiter und Halbleiter <...>, als freie E.en (vgl. Elektronenemission) sind sie Grundlage der E.Röhren u. a. elektronischer Bauelemente. Foto-E. [...] durch Fotoemission <...> freigesetzt" = Conrad 1982: 95; Begriff der Elektronik selbst, im Unterschied zur (trivialen) Elektrizität (McLuhans unterkomplexe Begriffsverwendung für die Medienwelt, die vor allem elektronisch, nicht schlicht elektrisch im Sinne der Physik ist); unterscheidet Nachrichten- von Elektrotechnik. "Elektronen, die an ein Atom oder Moleküle gebunden oder in einem kompakten Metall als Leitungselektronen enthalten sind, können durch experimentelle Maßnahmen in ihrer Bewegung nur wenig beeinflußt werden" <Gerthsen 9.1966: 278> - sind also als medienepistemisches Objekt / als medientheoretischer Wissen kaum zugänglich. "An *freien* Elektronen und Ionen <...> kann man mittels elektrischer oder magnetischer Felder Kräfte von praktisch beliebiger Größe und Richtung angreifen lassen" <ebd.>

Dingwerdung der Elektronenröhre (ihr historischer Index)

- Transistor-Patent von 1930 (J. E. Lilienfeld); vorweg Ferdinand Brauns Kristalldetektor als Halbleiter; Einelektronen-Transistor als aktives Element elektronischer Medien; dienen Elektronen nicht mehr in Paketen als Ladungsträger einer Informationseinheit "Bit", sondern *verkörpern* dieselbe vollständig; nicht mehr physikalische Signale Träger von Information, sondern werden selbst informatisiert: mit der Physik rechnend; ein *re-entry* der "calculi" auf elektronischer Ebene (Zahlsteine); Marius Grundmann, Rechnet mit den Quanten!, in: *Wissen. Verarbeiten, Speichern, Weitergeben. Von der Gelehrtenrepublik zur Wissensgesellschaft*, hg. v. Gereon Sievernich / Hendrik Budde (= Bd. VI des Katalogs der Ausstellung *7 Hügel. Bilder und Zeichen des 21. Jahrhunderts*), Berlin (Henschel) 2000, 76-78

- unberechenbar das Verhalten von Elektronen hinsichtlich einer Entscheidung, einer Wegzweigung: "Wenn man das Elektron vor die Wahl stellt, an einer Verzweigung den linken oder den rechten Weg einzuschlagen, kann man, wenn es hinten angekommen ist, nicht sagen, welchen Weg es genommen hat. Wellenmechanik nennen wir Physik das" = Grundmann 2000: 77

- Edison-Patent auf Glühbirne einerseits; auf Edison-Effekt (unausgenutzt) andererseits; GleichrichterRöhre, die ihre Genese aus der Glühbirne verkörpert; Elektronenröhre als gleichursprüngliche Schwester der Glühbirne, aber mit anderer kulturtechnischen Biographie

- als technisches Element das Relais seit 1835 in seiner Ausdifferenzierung in Steuerkreis / Arbeitskreis; Patent *Kathodenstrahlrelais* Robert von Lieben 1906, zeitgleich de Forrest Triode

- ein elektronischer Verstärker verstärkt nicht, sondern steuert eine Energie; parametrische Verstärker bei Schwingungen, Oszillatoren, Takt, Synchronisation usw. (Schaukel) = Hinweis Horst Völz, Februar 2011

- historischer Index konkret eingebrannt: Röhre mit NS-Stempel; Markierung der elektrotechnischen Infrastruktur (Ideologie im Innenkosmos der Elektronik)

- Elektronenröhre und ihre Rolle auf dem Weg zum Tonfilm; Elektronenröhre als Verstärker: "Das lang umworbene Problem, das Telephonrelais, die formgetreue Verstärkung schwacher Wechselströme, ist gelöst, durch die Elektronenröhren" = Barkhausen 1926: 1, unter Bezug auf: ders., Zwei mit Hilfe der neuen Verstärker entdeckte Erscheinungen, in: Phys. Zeitschr. 20 (1919), 401

- Wie (nicht) eine "Geschichte" der Elektronenröhre schreiben; nicht *eine andere* Mediengeschichtsschreibung, sondern *das Andere* der Mediengeschichtsschreibung, ihre grundsätzliche Alternative oder zumindest neue Relation. Durchschlagend für Elektronik das an die Erfindung der Elektronenröhre schließende Rückkopplungsprinzip - sowohl für Verstärkung wie für HF-Technik; nutzt Alexander Meissner 1913 gasgefüllte Lieben-Röhren zur Erzeugung hochfrequenter Wechselströme durch induktive Rückkopplung; Patent vom 9. April 1913. "Am gleichen Tag meldete E. Reiss ein USA-Patent auf Rückkopplung zur Niederfrequenzverstärkung an. <...> Es bleibe hier unentschieden, wer die Priorität im juristischen Sinne beanspruchen kann, es sei jedoch hier bemerkt, daß nach einer gewissen physikalisch-technischen Vorgeschichte die Zeit für bestimmte Erfindungen offensichtlich reif und es dann mehr eine Frage des Zufalls ist, in welchem der verschiedenen Köpfe der entscheidende Gedanke formuliert wird" = Steinbuch 1968: 113 - medienarchäologische Inkubationszeit, nahe an Michel Foucaults Diskursanalyse; Kombination aus kulturellem Wissen und technophysikalischer Kontingenz

- Ausstellung Paris, Centre Georges Pompidou, 1985: *Les Immatériaux*; dazu Publikation Lyotard, Berlin (Merve-Verlag) *Postmoderne und Immaterialität*, xxx, 78: "Sanskrit *mâtram*: Materie und Maß (Wurzel *mât*: mit der Hand machen, messen, bauen). <...> Das Interesse für diesen semantischen Aspekt erlaubt es, die Erforschung der 'Immaterialien' in Richtungen auszuweiten, die ein soziologischer, psychologischer oder historischer (die Geschichte der Terminologie betreffender) Ansatz nicht berücksichtigen würde", etwa Elektronik, Suprematismus und Minimal Art in der Malerei, Serialismus in der Musik"

- erkennt Faraday in seinen Versuchen über die Stromleitung von Elektrolyten diskrete wandernde Teilchen, die er dementsprechend "Ionen" nennt; gerät die Metapher des "Stroms" in Konflikt mit der Einsicht in seinen diskreten Charakter; Bewegung hier eine Funktion von Zeit und Zahl (nur so kann Diskretes "fließen"). Zeitgleich zu Faraday Befund der Brownschen Molekularbewegung: "Das, was uns makroskopisch oder im zeitlichen Mittel als kontinuierlicher Strom erscheint, ist in Wahrheit eine

diskontinuierliche Massenwirkung ungezählter kleinster Teilchen. Der Leser sieht leicht, daß hierin die alte Atomistik in neuer Form erscheint" = Heinrich Koenen, Physikalische Plaudereien. Gegenwartsprobleme und ihre technische Bedeutung, Bonn (Verl. d. Buchgemeinde) 3. Aufl. 1941, 294; nicht die kulturelle Akkumulation von Wissen über die Zeit hinweg (ihr negentropischer Aspekt); versagt hier das evolutionäre Modell; artikuliert sich vielmehr in einem neuen, wiederholten Anlauf ein Wissen, dessen Agentur die Physis selbst ist - diesmal buchstäblich *im Medium* der Elektrizität

- macht Michel Serres einen Unterschied zwischen Technik und Technologie: Er setzt den „harten“, auf entropischer Ebene arbeitenden Techniken der Industriellen Revolution, kurz: den Maschinen (Mechanik / Thermodynamik), die „sanfte“ Technologie der Datenträger auf negentropischer Ebene entgegen: „Daher behalte ich den Ausdruck `Technologie´ jenen / Artefakten vor, die mit Zeichen, also mit dem Logos umgehen, und stelle ihnen die „Techniken“ entgegen, deren energetischer Wirkungsbereich um den Faktor 10^{16} höher liegt" = Michel Serres, Der Mensch ohne Fähigkeiten. Die neuen Technologien und die Ökonomie des Vergessens, in: Transit 22 (Winter 2001/02), 193-206 (194 f.)

Elektr(on)ische Meßtechnik

- Elektrophysiologie: Galvani, Forschschenkelexperiment ("tierische Elektrizität"); korrigiert von Volta; Differentialrheotom: Messung elektrischer Ströme in Körpern durch Bernstein 1868; Saitengalvanometer mißt erste EKG-Ströme; Funktion der Elektronenröhre in der Physiologie: Adrian, Problem: Elektrizität stand kaum zur Verfügung; über Autobatterie (wie bei Parry)

- "Fortunately for us <...> the advent of triode valve, or vacuum tube amplification has so altered the whole position that we can compare ourselves to a microscope worker who has been given a new objective with a resolving power a thousand times greater than anything he has had before" <Adrian 1932: 5>, nur daß die Vergrößerung nicht bis zur Quantenmikrophysik reichen darf, da sonst Heisenbergs Unschärferelation zum Zug kommt. Elektronenröhre einerseits eine medienarchäologische Bedingung für das binäre neurologische Hirn-Schaltmodell von Pitts / McCulloch; andererseits wird die Elektronenröhre selbst in der Flipflopschaltung zum binären Schaltelement im "Elektronenhirn"

Oszilloskopie

- "Magisches Auge", die Elektronenröhre als optisches Meßmedium, eine durch den zweiten Kennbuchstaben „M“ erkennbare Abstimmungsanzeige, Hilfe zur trennscharfen Radiofrequenzeinstellung; Auge sieht hier, was das Ohr nur unzureichend zu differenzieren vermag. Schaltbild: Sonderzeichen „Steuersteg“. Zunächst Elektronenweg von Kathode durch Steuergitter zur Anode; dann werden die derart beschleunigten Elektronen durch die

Steuerstege und das Anzeigegitter auf den Leuchtschirm gesendet (Schema der AM2). Nachfolger EM4: Anzeige durch Veränderung zweier Schattenwinkel. Moderne Version EM84 („Magisches Band“): Leuchtstoffschicht direkt auf Innenseite des Glaskolbens aufgetragen; gebündelten, aufprallenden Elektronen bringen dort ein schmales, unterbrochenes Band zum Leuchten = Büscher 1967: 164 f. - Prinzip TV-Bildschirm, ander(e)s fernsehen

- Gerät liefert keine direkten diskreten Meßwerte; Information entsteht erst durch Betrachter

- Prinzip Modulation (Radio) *als /in der Zeit*: "Im Elektronenstrahloszilloskop wird ein Momentanwert als Ablenkung eines Elektronenstrahls in einer Elektronenstrahlröhre dargestellt. In der vertikalen Achse (y-Achse) wird dabei der Momentanwert aufgetragen, in der horizontalen Achse (x-Achse) eine zeitproportionale Größe. Diese Ablenkung wird auf einem phosphoreszierenden Schirm (Emission von Licht beim Auftreffen von Elektronen) sichtbar gemacht" = Skript ETH, 234 - am Ende ein quantenphysikalischer Effekt

- Abb. LXVIIa in Siebert 2003: 570 = Jonathan Zebeck, Photographie des Luminiszenzflecks auf dem Schirm einer Braunschen Röhre bei einem Nullsignal, aus: ders., Eine Methode zur Demonstration und Photographie von Stromcurven, in: Annalen der Physik und Chemie, N. F., 69 (1899), 847, Nullmoment als Dirac-Impuls - im Unterschied zur Photographie der Sinuskurve des Wechselstroms auf dem Schirm einer Braunschen Röhren, in: Zebeck 1899: 850 = Siebert 2003: 570, Abb. LXVIIb

- Elektronenröhre als verdinglichte Epistemologie (Einstein 1905)

- BildspeicherRöhre im Unterschied zur Nipkow-Scheibe: Diskretisierung in Bild"punkte" (tatsächlich Mosaik aus idiosynkratischen Körnern); heute CCD-Technologie (Chips mit winzigen Lichtzellen)

- Differenz zu kinematographischer Ganzbildfrequenz: *interlacing* von Halbbildern

Kosmos, Quanten und Vakuum (quintessentielle Fiktionen)

- Grenze zur Quantenphysik: Schrotrauschen. "Wenn das verrauschte Lichtsignal auf die Photodiode trifft, wird es in ein verrauschtes elektrisches Signal umgewandelt. Die Erzeugung eines Ladungsträgerpaares durch ein Photon ist ein Quantenprozess und unterliegt damit den Gesetzen der Statistik. Selbst ein perfektes optisches Signal führt zu einem statistisch verteilten elektrischen Strom (Poissonverteilt bei ideal kohärentem Licht). Das so entstandene Rauschen wird Schrotrauschen genannt (engl. shot noise). Die sog. Quantenrauschgrenze trifft dann Aussagen wie "19 Photonen pro Bit ergeben ein BER von 10^{-9} ". In den allermeisten technisch relevanten

Systemen wird die Quantenrauschgrenze nicht annähernd erreicht" = Gerthsen 9.1966 <?>: 193

- "Schroteffekt"; Brownsche Molekularbewegung (Norbert Wiener)

- Wiener betont, daß "ein geeigneter Versuchseingang für die Untersuchung nichtlinearer Systeme eher statistischen Charakter besitzt, wie etwa die Brownsche Bewegung, als die gesetzmäßige / Gültigkeit trigonometrischer Funktionen. Diese Brownsche Bewegungsfunktion kann im Falle elektrischer Netzwerke physikalisch durch den Schroteffekt der Elektronen erzeugt werden. Dieser Schroteffekt ist das Phänomen der Regellopsigkeit elektische Ströme, welches dadurch etnsteht, daß ein solcher Strom nicht ein kontinuierlicher Fluß von Elektrizität ist, sondern eine Folge von unteilbaren und gleichartigen Elektronen. Daher sind elektrische Ströme statistischen Unregelmäßigkeit unterworfen, die selbst eien gewissen gleichwertigen Charakter haben und bis zu dem Punkt, an dem sie ein merkliches diffuses Geräusch verursachen, verstärkt werden können" = Norbert Wiener, Kybernetik AO 1948; dt. mit ergänzenden Kapiteln von 1961 = Ausgabe Rowohlt 1968, Vorwort zur zweiten Auflage, 12 f.

- Und was, wenn auch die Zeit kein Fluß, sondern ein solches Rauschen ist? Mittelwerte werden hier mathematisch operativ. Wiener nennt als unabdingbar für seine Analysen "ein Instrument, das Mittelwerte liefert und das wir auf der Tastache aufbauen können, daß das Potential in einem Kondensator proportional zu der im Kondensator gespeicherten Elektrizitätsmenge und daher zum Zeitintegral des durch ihn fließenden Stromes ist" = xxx: 14 - mithin eine Definition von Zeit(prozessen) selbst

- Rauschen in der Röhre (Schrotteffekt; Null-Sendung auf TV-Bild); im TV-Rauschen "sichtbar"

- erlaubt "Benutzung des Wortes `Lichtgeschwindigkeit´ zur Kennzeichnung der Geschwindigkeit der elektromagnetischen Strahlung im freien Raum (d. h. in einem unbegrenzten Vakuum)" = J. H. Sanders, Die Lichtgeschwindigkeit. Einführung und Originaltexte, Berlin (Akademie), Oxford (Pergamon) / Braunschweig (Vieweg) 1970, Vorwort, 8, den Mikrokosmos der Vakuum-Elektronenröhre (im Unterschied zum gasgefüllten Thyatron mit signifikant - für das Digitale, plötzliches Schaltverhalten - anderen Eigenschaften) als Modellfall von Lichtgeschwindigkeit zu verhandeln

- Elektronenröhre zeitkritisch: Verstärkung und Erzeugung höchstfrequenter Schwingungen (GHz-Bereich); Problem: "Die Laufzeit der Elektronen zwischen Kathode und Anode ist von der gleichen Größenordnung iwe die Periodendauer der zu verstärkende Wechselfspannung; dies hat eine Phasenverschiebung zwischen Anodenspannung und Anodenstrom zur Folge" = Gerthsen 9.1966: 290 - die zeitkritische Grenze der Elektronenröhre zur Lichtgeschwindigkeit, an der sich auch die elektronische Höchstgeschwindigkeit als eine *endliche* erweist

- erreicht Elektronengeschwindigkeit in Röhre bei Spannung von 30.000 Volt etwa ein Drittel der Lichtgeschwindigkeit

- Werden Elektronen in der Klystron-Schaltung einem longitudinalen Wechselfeld ausgesetzt, wird der Elektronenstrom dadurch "geschwindigkeitsmoduliert" <ebd., 290> - ein Begriff in der Zeit.

- TV-Bildschirm ohne Sendung, ein dramatisches Gewimmel von Elektronengeschehen; geschieht hier etwas (reine Medienbotschaft), aber die dramatische Struktur erhält es erst durch Modulation (Sendung); TV-Bilder als *mikrodramatische* Modulation des Kathodenstrahls; NF-Dramaturgien gegenüber konstanten HF-Spannungsverläufen

- Schrot-Effekt (Mathematik der Stochastik, Braunsche Molekularbewegung, Thermodynamik); Vorlesungsausarbeitung *Elektronenröhren* nach der Vorlesung von H. Barkhausen, hg.v. d. Arbeitsgemeinschaft Elektrotechnik VI der Technischen Hochschule Dresden, Typoskript, 4: „Glühende Metalle emittieren Elektronen. Elektronentheorie der Metalle - analog der kinetischen Gastheorie“; „Maxwellsche Geschw. Verteilung Zahl der Elektronen“; ferner TS, 57: „wilde Schwingungen“ (Selbsterregung, Frequenzen)

- "Wir nehmen eine Ausgangsschwingung an, berechnen die durch sie veranlaßte Veränderung in der Elektronenbewegung und überlegen, ob die veränderte Elektronenbewegung geeignet ist, die Ausgangsschwingung aufrechtzuerhalten oder anzufachen" <Möller 1930: 411>

- TS, 56: Selbsterregung durch Wärmerauschen (im Unterschied zum äußeren Anstoß): „Die Schwingung wächst dann eine zeitlang unmeßbar`unterirdisch“.

- Tanz der Moleküle: Barkhauschen-Schwingungen; medienepistemische *mousiké*

- freie Elektronen und Ionen an den Grenzen der *klassischen* Mechanik und Elektrodynamik; kann man Elektronen und Ionen so stark beschleunigen, daß ihre Geschwindigkeit sich der Lichtgeschwindigkeit nähert, "dann gelten die Gesetze der Relativistischen Mechanik" = Gerthsen 9.1966: 278
- Anschluß Einstein (1905)

- Elektronenoptik im Speziellen; hier manifestiert sich (nicht direkt beobachtbar, sondern durch Rückschluß *ex negativo*) die Welleneigenschaft von freien Elektronen und Ionen; Interferenzerscheinungen nur bei Wellen möglich. "Dieser Versuch ist völlig analog zu einem Experiment, das Fresnel an sichtbarem Licht mit Hilfe eines Biprismas ausgeführt hat und mit dem er die Wellenlänge des Lichts bestimmt hat" = Gerthsen 9.1966: 311

- Prinzip *camera obscura*: "Ganz analog wie bei Elektronen und Ionen verrät sich die Wellennatur des sichtbaren Lichts infolge der kleine

Wellenlänge nur in Phänomenen von kleinstem Ausmaß. Bei allen Experimenten großen Stils scheint Licht sich in Gestalt geradliniger Strahlen auszubreiten <...>. Im Laboratorium demonstriert man die geradlinige Ausbreitung z. B. mittels der *Lochkammer*" = ebd. 312 - wobei das umgekehrte projizierte Bild im Innern der Kammer nicht grenzenlos schärfer wird, je kleiner das Loch in der Wand ist: "Unterhalb einer gewissen Größe <...> wird das Bild wieder unschärfer <...>. Diese 'Beugung' des Lichtes ist eine Folge seiner Wellennatur" = Gerthsen 9.1966: 312

- Huygens' Passage über Rømer, der nachweist, daß Licht Zeit braucht; Descartes geht noch von instantanem Licht aus; Huygens' Zeichnung von Kerzenlichtemission nach (schallartigem) Wellenmuster; Äther bei Huygens gleichzeitig fest und elastisch; Young bringt Nachweis des Wellencharakters von Licht

- Longitudinalwellen in Ausbreitungsrichtung (Impulsfortpflanzung); Transversalwelle senkrecht zu Richtung (Wellenform Wasseroberfläche)

- Entdeckung der Photoempfindlichkeit des Selen (Berzelius); Intensität der Lichtwellen (nach Wellenmodell) setzt theoretisch je nach Steigerung der Amplituden mehr Elektronen frei; geschieht aber nicht: hängt von Frequenz, nicht von Amplitude des einfallenden Lichts ab; für Einstein der Nachweis, daß Licht Teilchencharakter hat, nicht Wellencharakter

- "Das Vakuum ist die Semantik der Elektronenröhre" = Hartmut Petzold, Deutsches Museum, München, im Rahmen einer Spezialführung, 20. Februar 2008

Elektronen und Gedächtnis: Spezialfall BildspeicherRöhre (Williams Tube)

- aus der Radartechnologie des II. Weltkriegs Williams-Tube entwickelt, mit Blech als Kondensator vor "Bildschirm"; Datenpunkte gerade nicht sichtbar, wenn aufgeklappt, daher Oszilloskop parallelgeschaltet, zur sichtbaren Kontrolle / "Monitor"

- SichtspeicherRöhre ("Sicht", nicht Bild); schreibt ein Elektronenstrahlsystem die Signale der Speicherschicht ein; ein anderes System "liest" sie aus; Vorgang an sich ganz und gar anikonisch, sondern "techisches Bild" im nicht-bildanthropologischen Sinn

- im Fall von elektronischem Video (und Fernsehen) gar nicht genuin ikonisches Signal; werden optische Muster, um sie technologisch aufzunehmen, zu speichern, zu übertragen und wiederzugeben, in elektrische Signale gewandelt, "die dann etwa in Form von Rillen in einer Schellackplatte oder von Magnetisierung auf einem Band oder von

elektrischen Ladungen in einem Mikrochip gespeichert werden können"¹³⁴; diese Informationen nicht das klassische Bild, sondern eine Aufzeichnung desselben

- SichtspeicherRöhre imstande, "ein Signal aufzunehmen, es zu speichern und anschließend der Auswertung zugänglich zu machen" <Rost 1965: 194>; fehlt zur vollständigen Definition für die gegenärtige Medienkultur das "Berechnen"

- elektronische Speicherung diskreter Informationen durch Röhren die kurzfristige Aktualität von Zuständen, nicht emphatisches Gedächtnis; ist die Semantik des *remembering*, kulturwissenschaftlich statt medienarchäologisch gelesen, eine Verfehlung: "The first general type of circuit needed in electronic computing is one capable of remembering. Both digital and programmatic information must be stored: the machine must be able to remember both the numbers that are operated on and the instructions for performing the operations. [... It] consists of an Eccles-Jordan trigger circuit or flip-flop; information can be both registered in it and read out of it electronically, and hence at high speed. This form of memory [...] requires two triodes per binary digit" = Arthur Burks, in: Electronic Computing of the ENIAC, 1947

In die Röhre gucken (Fernsehen, Radar, Computer)

- Besonderheit der Kathodenstrahlröhre vom Typus Braunsche Röhre, die dann (mit dem fokussierenden Wehnelt-Zylinder ergänzt) zur Fernsehbildröhre weiterentwickelt, also von einem optischen Interface für Meßzwecke (Analyse) zum zentralen Darstellungsmedium für elektronische Bilder; Zwischenstück ist die Lieben-Röhre (gerade im Kontrast zur Triode von De Forrest, ebenfalls 1906 entwickelt), die zwar eine Kathodenstrahl-Röhre darstellt, aber nicht zu bildgebenden Zwecken eingesetzt, sondern als Relais für Telephonleitungs-Verstärkung; Oskar Blumtritt über Manfred von Ardenne's "Flying Spot Scanner"; inwieweit die digitale Flachbildschirme Funktionen der Braunschen Röhre weiter vollziehen oder technologischer Bruch in Bildgenerierung und -wahrnehmung

- Ausdifferenzierungen der Röhre im Sinne von Simondon. Gründe dafür, daß diese Röhre sich von anderen Röhren abhebt; ist die Technologie janusköpfig; einerseits ein internes Bauteil, andererseits ein Interface, der Bildschirm am Oszilloskop / Fernseher; "magisches Auge" am Radio; aktives Element der Elektronik stülpt sich nach außen; wird sie am Ende zu Metapher für digitale Vidos: YouTube

- (nicht metaphorisch) "Magisches Auge" an Testgerät für Kondensatoren; der analytische Blick, "medienarchäologisch Fernsehen", optisches Interface; Werbung zum Vermona Re-tube-verb (Sparrows-Corner.Com,

¹³⁴Heinz Stolze (Institut für Stimme und Kommunikation, Bremen), Artikel "Frequenz" = <http://www.forum-stimme.de/pages.1/frequenz.htm#Anchor-Zur-49745>; Zugriff 8. Juli 2007

Katalog "Gitarren Effekte"): "Die Indikatorröhre (PM 84), <...> als 'Magisches Auge' bekannt <...>, dient nicht (nur) zur optischen Verschönerung des ReTubeVerbs, sondern hauptsächlich als Aussteuerungsanzeige: Berühren sich beide Balken in der Mitte, kommt das Signal in den verzerrten Bereich." Dieser "verzerrte Bereich", ansonsten für Toningenieure ein zu minimierender Defekt der Elektronenröhre (im Vergleich zum weitgehend verzerrungsfrei arbeitenden Transistor) wiederum war für den spezifischen Sound frühen Rock'n Roll konstitutiv

- eigentliche technische Revolution: erhebt Elektronik sich (wie vormals allein der Geist) über die (Trägheit der) Materie; wird die Kathodenstrahlröhre im Museum aber in seiner Trägheit bewegungslos

- symbolisiert Wort RADAR selbst das Ereignis: Buchstaben R und A werden gesendet, an D gebrochen, und kehren unter verkehrten Vorzeichen als A und R zurück (Kittler)

- zwei Radartypen: Pulsradar (Flugsicherung); eine einzige Antenne für Sendung und Empfang; alternatives Verfahren (etwa "Blitzen" von Seiten der Verkehrspolizei): zwei Signale hintereinander gesendet / empfangen, dann hinsichtlich der Zeitdifferenz verglichen; $r = c \times t / 2$

zentral für Radar hochfrequente Senderöhren

- Unterlaufen der Radar-Ortung durch Stealth-Bomber, der nur noch von Computern geflogen werden kann

- Begriff des "Direktfernsehens" (Urszene Horst Bredekamp)

- siehe WETTERMED

- Die Elektronenröhre als zeitkritisches Ding; temporale Ökonomie innerhalb der Röhre / als Funktion der Röhre im Einsatz, etwa TV und Video (Definition Viola)

- Röhre als Projektionsmedium (vollelektronisches Fernsehen: von Ardenne

- Norbert Wieners *Kybernetik* über Fernsehen als Differential

- W. Friedel, Die Braunsche Röhre als Fernseh-Sender, in: Fernsehen. Zeitschrift für Technik und Kultur des gesamten elektrischen Fernsehens, 1. Jg. Nr. 7 (Juli 1930), 296-301

- "Beim Gehirn oder einem Nervenfaserbündel (z. B. Sehnerv) ist das Aktionspotential nur für die Zeitsteuerung, den Rhythmus, Takt oder die Frequenz, da. Die Frequenz aller Fasern wird synchronisiert (y-Achse). Durch die einzelnen Nervenfasern läuft die eigentliche Information. Sie wird transportiert (x-Achse oder Raum)", hat ein Neuron zahlreiche Eingänge. "Es gibt nur einen Ausgang (Axon) analog einem Elektronenstrahl. Über die Frequenz werden die einzelnen Dendriten

angesteuert und ein allgemeines Bild geliefert, während der Ausgang die eigentliche Information in die Welt trägt. Ein Neuron ist wie ein Bildschirm, der punktförmig abgetastet wird" = <http://www.dichteswasser.de/printable/lexikon/al/g/gauebene.html>; Zugriff 28-4-07

- Bildröhre a) Fernsehen, b) am Computer: Vektorgraphik *versus* Pixelbild; gemeinsamer Kontext ist die zuende gehende Epoche der Bildröhre im/als Fernsehen und die Transformation des analogen ins digitale Fernsehen; interne Funktion von Elektronenröhren (als Gleichrichter, als Audion-Schaltungen u. a.) war sukzessive zugunsten einer Optimierung (nämlich Miniaturisierung und Abkühlung) durch Transistoren ersetzbar, nicht aber die Funktion der Röhre als Interface (die Bildröhre im/am Fernseher, das Magische Auge als Sendeabstimmungskontrolle am / im Radio); Bildröhre am oder im Fernseher? Sie ragt aus seiner internen Verschaltung heraus, bricht heraus, reißt ein Loch (bildschirmgroß) in die Umkleidung (das eigentliche Möbelstück Fernseher) - weshalb die Gestaltung früher Fernsehkästen oft noch eine zuschiebbare Holzblende vorsieht (etwa am Fernseher Leningrad). Wie ein beharrlicher Anachronismus überlebte die Bildröhre bis vor Kurzem die Transistorisierung und das IC-Werden der Fernseherschaltungen; durch Transistoren erst ersetzbar mit Erschaffung eines medienepistemologisch andersartigen Äquivalents, den Matrix-Bildschirm (Geometrisierung / Mathematisierung)

- Röntgenstrahlen (die Kathodenstrahlröhre an den Grenzen zur Quantenphysik)

- System A-Scope für Fernsehen; im Unterschied zu Schaltung für Radar (Rundsichtgerät); im Unterschied zum Rastermonitor

- Sägezahngenerator für Zeilensprung; Rechteckspannung für Bildhelligkeitsauslenkung bei Rücksprung; ist halb-digital (*avant la lettre*)

- elektrostatische Ablenkung durch elektrisches Feld; im Unterschied zu elektromagnetischer Ablenkung; Ursprung Videokunst aus Bildmagnetisierung: Nam June Paik, Galerie Parnaß (Wuppertal) 1963

- In SAGE Radarüberwachung Einführung des "Interrupt": Computer wartet auf Eingabe durch Menschen (Lichtgriffel); Bildschirm wird interaktiv (nicht mehr nur reine Sichtbarkeit)

Oszillationen: Die Röhre als Zeitgeber / Taktgeber

- ergibt sich Eigenschwingung aus Produkt von Masse und Elastizität; zeitigt elektrischer Schwingkreis quasi-mechanische Trägheitswirkungen, obgleich elektromagnetisches Feld selbst nicht mechanisch

- Schwingung als "periodischer Austausch zwischen zwei Energieformen" (Barkhausen); damit Zeit impliziert / zugleich aufgehoben; Schwingungen nicht nur Funktionen von Zeit, sondern können (in Telegraphenleitungen)

synchrone Zeit an jedem Abschnitt erzeugen (Wechselstrom als Zeitgeber); "Einsteins Uhren" (Peter Galison)

- astabiler Multivibrator als Takterzeuger; Flipflop als Speicher
- Quarzoszillator seit 1919 dient einerseits zur Stabilisierung von Frequenzen im Rundfunk; zunächst verbunden mit Triode; Eigenschwingung des Quarzes bestimmt die Frequenz der Elektronenröhre
- Taktgeber im Computer ("clock") erzeugt Rechtecksignale durch zwei verschiedene Spannungen; Zeit selbst wird zum Medium des Rechnens; *time base*
- Atomfrequenzzeit löst sich von planetarischer Zeit; Ablösung von "absoluter" Newtonscher Zeit
- Erzeugung ungedämpfter elektrischer Schwingungen mittels Elektronenröhrenschaltung nach A. Meissner (Triode)
- „Dank dem elektrischen Stromkreis und dem mit sich selbst verschalteten Induktionskreis, das heißt dank dem, was man ein feed-back nennt (...) erzeugen Sie das, was man eine Oszillation nennt“ (Lacan)
- Vakuum-Elektronenröhre zwischen elektronischem Bauelement und Interface (Meßmedium): Im röhrenbasierten Oszilloskop (Architektur Marke Funk-Werke Berlin-Köpenick), angeschlossen mit Meßspitzen an den Lautsprecherausgang eines Röhrenradios (KW-Sendungen), sind die elektronischen Schwingungen einmal hochfrequent zum Betrieb des Oszilloskops selbst eingesetzt, einmal niederfrequent sichtbar - eine geschlossene "Schwingungslehre" (Barkhausen)

Der Einfluß der Röhre auf die Genese der elektronischen Musik

- elektronischer Sinuston-Generator
- entdeckt Heinrich Barkhausen infolge von Experimenten mit Elektroakustik zur Detektion feindlicher Schiffe an der Hafeneinfahrt von Kiel im Ersten Weltkrieg, daß Eisen beim Ummagnetisieren ein Geräusch gibt. "Bei ganz gleichmäßiger Änderung der magnetomotorischen Kraft klappen die Molekularmagnete sprungweise in ihre neue Lage und erzeugen dadurch in einer darüber geschobenen Spule unregelmäßige Induktionsstöße, die sich im Telephon als Geräusch erkenntlich machen"¹³⁵; vergleicht dieses akustische Phänomen mit anderen Formen akustischen Wissens, das sich mithilfe des Vakuumröhren-Verstärkers eröffnete, weil damit eine 10000fache Strom-, d. h. eine 100-millionenfache Leistungsverstärkung erzeugen läßt: "Dadurch können noch elektrische oder magnetische Wechselfelder wahrnehmbar gemacht werden, die sich

¹³⁵Heinrich Barkhausen, Zwei mit Hilfe der neuen Verstärker entdeckte Erscheinungen, in: Physikalische Zeitschrift Bd. XX (1919), 401-403 (401)

sonst wegen ihrer Schwäche unserer Kenntnis vollkommen entziehen würden. Es ist für sie gewissermaßen ein Mikroskop erfunden worden" <Barkhausen 1919: 401> - eine elektronische Variante des Stethoskops. Auskultation nicht nur am Körper des (medizinischen) Patienten, sondern am elektrotechnischen Artefakt: "So hat W. Schottky kürzlich darauf hingewiesen, daß man bei großen Verstärkungen die Elektronen in den Verstärkerröhren selbst gewissermaßen fliegen hören kann, da der durch sie gebildete Strom gemäß der kinetischen Gastheorie spontane Schwankungen ausführt" = ebd., unter Rekurs auf: Scottky, in: Verh. d. D. Phys. Ges. 20, 71, 1919

- kann der Begriff genuiner "Medienkunst" im Theremin geerdet werden, hier nicht Medien schlicht Prothesen menschlicher Imagination, sondern der Mensch selbst zur Prothese des Mediums, buchstäblich verbracht ins elektromagnetische Feld, positioniert dort, gestellt; Steven Martin, Theremin, an electronic Odyssey, USA 1993

- macht die Elektronenröhre zwischen "elektrischer" und "elektronischer Musik" den ganzen Unterschied

- konzipiert Brinkmann eine Apparatur zur Umsetzung farbiger Lichterscheinungen in tonfrequente elektrische Schwingungen auf der Basis von Newtons Farbspektralanalyse als Lichtzerlegung; Raoul Hausmanns "Optophon"; liegt das Sonische hier im Wesen der Elektronenröhre selbst, nicht erst als Bedingung von Musikproduktion: "Grundprinzip der Anordnung ist die optische Analyse zusammenhängender farbiger Lichterscheinungen und die Verwendung dieses zerlegten Lichtes zur Erzeugung sinusförmiger tonfrequenter Schwingungen in Röhrensendern, Wechselstromgeneratoren oder dgl. Durch wechselnde Bestrahlung lichtelektrischer Zellen werden die verschiedenen Stromkreise dieser Röhrensender <...> geschlossen bzw. unterbrochen, wobei gleichzeitig die Amplitudenregelung der entstehenden Schwingungen erfolgt. Es können hierzu Schwingungskreise Verwendung finden, deren Eigenfrequenzen musikalisch brauchbar ist - als Grundton oder geradzahlige 'Harmonische' -, oder aber solche, die nach der Methode der Frequenzvervielfachung ganze Farbgemische erzeugen."¹³⁶

- Elektronenröhre zur Erzeugung von HF-Schwingungen; Begriff des Rhythmus, definiert als "Fließen im Duktus der Regelmäßigkeit" (Schwingungen, Oszillationen)¹³⁷

- Theremin entwickelt aus Versuchen mit Metalldetektoren; biographische Daten Thermens *systematisch* anschließen (Querverweis Barkhausen,

¹³⁶Walter Brinkmann, Spektralfarben und Tonqualität, in: Farbe-Ton-Forschungen, Bd. 3 (1931), 355-388 (355)

¹³⁷Werner Seidel, Eintrag "Rhythmus", in: Das neue Lexikon der Musik in vier Bänden, Stuttgart 1996, 31-34 (31)

Gründung Institut für Schwingungsforschung); in elektronischen Schaltplan einschreiben; "Lab"-Diagramm Anthony Moore

Transformation oder Bruch? Elektronenröhre versus Transistor

- Röhre versus Transistor; Ära der Elektronenröhre in der zweiten Hälfte der 50er Jahre durch den Transistor abrupt beendet; ab 1955 dreibeinige Transistoren im Handel verfügbar, 1959 erstes planares Transistor vorgestellt. "Damit begann die Zeit der monolithischen Schaltkreise und gleichzeitig wurde der Deckel des Computers geschlossen. Da alle Funktionen auf winzigen Siliziumplättchen mit einer Grundfläche von weniger als einem Quadratzentimeter integriert sind, ist es nicht mehr möglich, selbst Hand an die Hardware zu legen, sie zu verändern oder zu reparieren" = Georg Fleischmann, Hardware-Einfalt: Von der verlorengegangenen Kunst, Computer zu bauen, in: Lab. Jahrbuch 1996/97 der KHM, Köln (Walther König) 1997

- Einzelelektronentransistor buchstäblich ein "Elektronenrechner", sobald mit einzelnen Elektronen gerechnet; Bit-Speicher auf atomarer Basis

- grenzt Medienwissen(schaft) einerseits an die Fragen der Kommunikationswissenschaft und Publizistik (Massenmedien), andererseits an die Quantenphysik - sowohl als Gegenstand (Elektronen als Elementarteilchen) wie operativ (die Messmedien der Quantenphysik verbleiben ihrerseits im elektrophysikalischen Bereich). Obgleich der Transistor funktional schlicht die Variable füllt, welche die Elektronenröhre eröffnet hat, stellt er seinem Wesen nach einen Bruch mit derselben dar; Elektronenröhre bleibt in der klassischen Elektronik, während der Transistor bereits mit Quanteneffekten auf Halbleiterbasis arbeitet - etwa die Leitfähigkeit für Elektronen, deren Sperrung sich unter Lichteinfluß (photonisch) aufhebt (Selen u. a.); photonischer Effekt auf Bildschirm

- verdinglichte Elektronik (Elektronenröhre, Transistor); Mythen der Elektronenröhre *versus* Transistor ("warmer" Klang der Verstärker); die Herausforderung der Röhre durch den Transistor

- Wärme-Empfindlichkeit des Transistors in Mikroelektronik; Transistoren in ihrer Materialität an der *transitiven* Grenze zur *physis*; Quantencomputer: mit der Materie selbst buchstäblich *rechnen*; kein intransitiver Einsatz von Bauteilen mehr möglich (analog zur symbolischen Operation von Schrift und Zahl gegenüber der materiellen Welt)

- Dezember 1947 Bell Laboratories: Transistor (W. Shockley); Namensgebung Vorschlag Bell-Mitarbeiter J. Pierce: Eigenschaft des Transistors als steuerbarer, kybernetisierter Widerstand zu Kunstwort Trans(fer)(res)istor als "Widerstandsübertrager"; Dirk Brauner, Gedanken über die Zukunft einer Achtzigjährigen. Röhrentechnik heute, in: StudioMagazin 3, Dezember 1995, 18-31 (24)

- Emitter - Basis - Kollektor funktional äquivalent zu Triode; bipolarer Transistor als Verstärker oder als Schalter; MOS-Feldeffekt-Transistor als Metal Oxide Semiconductor Halbleiter; entsteht zwischen "Quelle" und "Senke" ein elektrisches Feld als Kanal; fungiert als Schalter. Vorteil nahezu leistungslose Steuerbarkeit; kybernetisches Kredo: Information anstelle von Energie; Theorie des Metall-Halbleiter-Übergangs Schottky 1939; Modell "Ionenwanderung als Modell einer Halbleiterdiode" in: Teichmann et al. 1999: 31

- Halbleiter kristalline Werkstoffe, "deren elektrische Eigenschaften durch gezielte Verunreinigung (Dotierung) stark verändert werden können. Insbesondere an Kontaktflächen unterschiedlich dotierter Halbleiter können interessante Quanteneffekte auftreten, welche für die Herstellung von Halbleiterbauelementen genutzt werden = Skript "Elektrotechnik", ETH Zürich, 97

- Kriterium für Differenz zwischen Röhren- und Transistormedienkultur das Kippen in eine andere Dimension; wird aus dreidimensionaler Anordnung im Raum, eher skulptural (Röhrenradio), eine Fläche, fast: in etwa zweieinhalbdimensionaler Raum; dotierter Halbleiter Elektronik im physikalischen Medium selbst

- "Volksempfänger" und Wiederauflage Otto Versandt 70er Jahre (transistorisiert); Gehäuseform bleibt Zitat, darin aber fast Leere

- zwischen (dreidimensionaler) Hardware und logischer Software mikroelektronische *Firmware*: "ROM-Lesespeicher, die eigentlich kombinatorische Schaltungen sind. In ihnen können unveränderliche Funktionsteile des Betriebssystems und andere Steuerfolgen abgelegt werden"¹³⁸, beispielsweise Basic Input Output System (BIOS) in Personal Computern

- überdauert die Elektronenröhre in der "Zählröhre" (zur Strahlungsmessung, siehe Geigerzähler) unersetzbar durch Transistor, weil Funktion der Gasentladungsröhre physikalisch nicht durch einen Halbleiter ersetzbar

Nerven und Elektronenhirn

- Gedanke, Neuronenfunktionen und Elektronenrechner zu korrelieren, von der spezifischen Eigenart der Elektronenröhre im Computer suggeriert; korreliert deren Signalspannungs"steilheit" mit Aktionspotential in Nervenzellen

- differieren Neuroinformatik und -biologie nicht nur begrifflich; McCulloch-Pitts-Zelle simuliert zwar die logischen Gatter AND, OR, NOT; erst wenn dieses Modell mit dem Gedanken der Rückkopplung versehen wird, ist das

¹³⁸Wolfgang Coy, Speicher-Medium, in: Wolfgang Reisig / Johann-Christoph Freytag (Hg.), Informatik. Aktuelle Themen im historischen Kontext, Berlin / Heidelberg / New York (Springer) 2007, 79-104 (87)

System lernfähig (im Sinne des Operationsverstärkers im Analogcomputer)

- Hirn rechnet parallel; der von-Neumann-Computer dagegen strikt seriell.

- operiert Nervensystem mit geringer Genauigkeit als der numerische Digitalrechner, der beliebig genau skalieren kann; vermag das Gehirn präzise zu arbeiten, nicht im Sinne arithmetisch präziser Markierungen; ersetzt logische Zuverlässigkeit Mangel an arithmetischer Präzision

- "feuern" neuronale Aktionspotentiale ("the nerve-pulse part of the system" digital, die endophysikalischen chemischen Abläufe in der Zelle analog = John von Neumann, *The Computer and the Brain*, New Haven: Yale University Press 1958, 68; insofern ein Hybrid-Computer

- besteht Neuron aus Dendriten, Zellkern und Axon; am Ende des Axons Synapsen. Ab einem bestimmtem Schwellenwert feuert Nervenzelle; Schmitt-Trigger (*latch*)

- Hochlin-Huxley-Modell der Biokybernetik: Simulation von Neuronen durch Widerstände und Kondensatoren; neuronales Netz 1952; erstes mathematisches Modell McCulloch / Pitts (1943) "A Logical Calculus immanent in nervous activity"; praktisch denkbar vor dem Hintergrund der Arbeitsgeschwindigkeit der Elektronenröhre statt träger Relais (ENIAC)

- Elektronenröhre im (elektro-)physiologischen Einsatz; Adrian 1932; Elektronenröhre als physiologisches und neurobiologisches Meßmedium;

- unternimmt Giulio Panconcelli-Calzia am Hamburger Institut für Experimentelle Phonetik apparative Untersuchungen zum Taktschlag beim Deklamieren von Versen mit dem Ziel, die so gewonnenen Daten mit der rhythmisch-metrischen Vorgabe abzugleichen¹³⁹; Trägheit elektromechanischer Meßapparaturen versagt hier, bis seit 1906 die Elektronenröhre (und die daran gekoppelte Elektroakustik) "Eine Anwendungsmöglichkeit des Niederfrequenzverstärkers in der experimentalphonetischen Praxis" erlaubt (Titel eines Beitrags von Leo Hajek in der Phonetik-Zeitschrift *Vox* 1931); unterstreicht Panconcelli-Calzia die neuen Registriermöglichkeiten im elektromagnetischen Feld: "Erst mit Hilfe eines elektro-akustischen Apparates war es möglich geworden, die Aufgabe in befriedigender Weise zu lösen. Die rhythmischen Äußerungen der Vpn wurden durch ein Reiß- bzw. Bändchenmikrofon über einen Vorverstärker und Hauptverstärker auf eine Schallfolie aufgezeichnet" = zitiert nach Rieger 2001: 257; während also Milman Parry die Gesänge der Guslari zu philologischen Zwecken auf Schallfolie bannt, geschieht dies in der Phonetik nur als Zwischenmedium: "Von dieser übertrugen wir die Glyphen auf dem heute üblichen Wege auf die

¹³⁹Dazu Stefan Rieger, *Schaltungen. Das unbewußte des Menschen und der Medien*, in: Stefan Andriopoulos / Gabriele Schabacher / Eckhard Schumacher (Hg.), *Die Adresse des Mediums*, Köln (DuMont) 2001, 253-275 (

berußte Trommel des Kymographions" <ebd.>. Und ganz so, wie Albert Lord Parrys phonographische Forschungen auf Wire Recorder fortführt, unternimmt später auch Eberhard Zwirner "Silbenverständlichkeitsmessungen am Srtahldrahttelegraphon" (sein Aufsatz in *Vox*) - in einem Medium, das dann seinerseits mit Elektronenröhren betrieben wird

- Elektronenröhre als zeitkritisches Meßmedium (Oszilloskop) / als Vermessung des Zeitkritischen

- Warren Sturges McCulloch, Verkörperungen des Geistes, Wien (Springer) 2000

- Marvin Lee Minsky, Logical vs. Analogical or Symbolic vs. Connectionist or Neat vs. Scruffy .. , in: Winston, Patrick H. (ed.), *Artificial Intelligence at MIT .. Expanding Frontiers*, Cambridge MA (MIT Press) 1990; ders., *Semantic Information Processing ..* , Cambridge (Cambridge University Press) 1965

- Norbert Wiener (ed.), *Nerve, brain and memory models*, Amsterdam (Elsevier) 1963

- besteht zwischen einem Computer und einem Hirn, welche diegleiche einfache Rechnung durchführen, ein "Quasi-Iso/morphismus auf der rechnerischen Ebene, aber weder auf einer strukturellen noch auf einer differenzierten funktionalen, weil es auf dieser eben keine Entsprechung zwischen den Neuronen und ihrem Feuern einerseits und den Schaltkreisen und Elektronenflüssen andererseits gibt" = Giuseppe O. Longo, *Die Simulation bei Mensch und Maschine*, in: Valentin Braitenberg / Inga Hosp (Hg.), *Simulation. Computer zwischen Experiment und Theorie*, Reinbek bei Hamburg (Rowohlt) 1995, 26-43 (33 f.)

- daß "Elemente wie die Neuronen, die Atome des Nervenkomplexes unseres Körpers, ihre Arbeit unter fast den gleichen Bedingungen wie Vakuumröhren verrichten, mit ihrer relativ kleinen Energie, die von außerhalb durch die Zirkulation ergänzt wird" - gleich Schwingkreis - "und daß die Bilanz, die sehr wesentlich ist, ihre Funktionen zu beschreiben, keine Energiebilanz ist" = Wiener 1948/1992: 79; ebd., 176 f. über Synapsen; logischer Anschluß: Flipflop-Schaltung

- Konsequenzen der Computer-Hirn-Analogie für die Semantik von Gedächtnis: "Aus dieser kybernetisch beeinflussten Frage verschob sich im amerikanischen Sprachgebrauch die Interpretation des Speichers zum Gedächtnis - von Computer Storage zu Computer Memory. Im deutschen Sprachgebrauch blieb freilich das einfache Wort Speicher haften, wie es schon in den ersten Schriften Konrad Zuses verwendet wurde" = Wolfgang Coy, *Speicher-Medium*, in: Wolfgang Reisig / Johann-Christoph Freytag (Hg.), *Informatik. Aktuelle Themen im historischen Kontext*, Berlin / Heidelberg / New York (Springer) 2007, 79-104 (85); schreibt Zuse in einer Tagebuchnotiz vom 20. Juni 1937 vom "mechanischen Gehirn" <zitiert ebd., Anm. 11>

- in John von Neumann, First Draft of a Report on the EDVAC, 30. Juni 1945, ausdrücklich Passage, in der an die von McCulloch/Pitts entworfene Modellierung menschlicher Hirn-Neuronen durch Elektronenröhrenschaltung angeknüpft wird; formuliert zudem ein zeitkritisches Element: erst Elektronenröhre in der Lage, mit ihrer Geschwindigkeit die Informationsverarbeitung in menschlichen Hirnzellen zu emulieren

Flip-Flop: Die Elektronenröhre als digitaler Schalter

- kam im Computer ein vollelektronisches Bauteil zum Einsatz, wiederum aus einem anderen Einsatz vertraut: die Röhre. Zwei unterschiedliche Zustände sind mit Hilfe von aus Elektronenröhren gebauten FlipFlops stabil realisierbar. In ihr kommt es zu einer Bifurkation: der aus der mathematischen Nachrichtentheorie entlehene Begriff der Information; in ihrer physikalischen Form die gleichen Röhren ein Risiko, denn an ihnen bricht das Reale der Welt (Unfall und Störung) ein: "Im Gegensatz zu heutigen Computern, in denen Halbleiter bzw. ICs eingesetzt werden, treten <...> in Röhren-Anlagen vergleichsweise häufig Hardwarefehler auf, wenn altersschwache Röhren nicht rechtzeitig durch vorbeugende Wartung erkannt und ausgetauscht werden" = Horst Zuse, in: Günter Mußtopf (Hg.), Als die Computer laufen lernten, Hamburg (perCamp) 2005, 16 Erkenntnis war buchstäblich: Bei Inbetriebnahme des Z22 etwa (der Röhrengroßrechner der Zuse KG, Hünfeld) zunächst die verkleidenden Schranktüren geöffnet um zu sehen, ob die Heizfäden der Röhrenkathoden tatsächlich glühten = ebd., 17

- wird es manifest im E-Röhren-Baustein (FlipFlop) der Z22; Abb. in Mußtopf (Hg.) 2005: 17, Abb. 1.2.2: Computer operieren nicht einfach digital (das war Telegraphie auch schon, und das ist längst die alphabetische Schrift), sondern spezifisch binär, nämlich mit einer Schaltungslogik, welche die Boolesche Mathematik (von wahr/falsch-Werten) physikalisch implementiert - eine Überführung, die Claude Shannon als Ingenieur Ende der 1930er Jahre leistete. Es war die Physik elektrotechnischer Bauteile (vom elektromechanischen Relais an), welches die binäre Operation für Rechenautomaten nahelegte: vermögens ihrer (ansonsten in der Telephontechnik eingesetzten) Fähigkeit, eindeutig zwischen zwei Zuständen schalten zu können. Damit läßt sich (seit Boole) auch rechnen - eine epistemologische (nicht physikalische) Transformation dergleichen Funktion. Die zentrale Eigenschaft unserer Computer ist also von der Logik der Materialität selbst suggeriert.

- Zuse-Rechner Z22: verwendet Doppelröhre als Flip-Flop; die Elektronenröhre in der Rolle der Relais; elektromechanisches Relais aus Telegraphie- und Telephonvermittlungstechnik; Flipflop-Schaltung hat eine ebenso logische Funktion, wie sie auch ein 1-Bit-Speicherelement darstellt (von Neumann, "Draft")

- wird bei der digitalen Nutzung analoger Röhren zugunsten der binären-Information - das Wissen um die ansteigende Spannung (bis zum Kippunkt)

vergessen; Qualität des Analogen als zusätzliche Information zu retten die Aufgabe einer eingebetteten Turing-Maschine

- Dreifach-Röhre von Ardenne in Loewe OE 33 ("integrierte Schaltung", mitsamt Widerständen und Kondensatoren zu Radiozwecken)

- späterer Einsatz der Röhre als Relais im Computer: von der Energie zur binären Information

- gasgefüllte (nicht-Vakuum-) Röhren; abrupte Zündung als Bedingung diskreter Zustände; Hans Grossmann, Glimmröhre und Fotozelle in Hand des Funktechnikers, Minden (Philler) o. J.

- als elektronischer Verstärker, Gleichrichter und Detektor (Audion-Verbund) im Einsatz, läßt sich die Röhre als Mikrowelt, in der Elektronen strömen, beschreiben; als Alternative zum mechanischen Relais eingesetzt (digitaler Schalter, Kippschaltung), zählt nicht mehr ihr Innenleben, sondern nur noch die entscheidende Nachricht, die nach außen dingt (0/1)

- "The most common forms of storage in electrical circuits are the flip-flop or trigger circuit. <...> *The flip-flop again is truly a binary device.* <...> Each stage of a dynamic accumulator consists of a binary counter for registering the digit and a flip-flop for temporary storage of the carry. <...> This principle has already demonstrated its usefulness in the ENIAC" = Burks, zitiert nach Robert Dennhardt, Die Flipflop-Legende, 2009

- Verschränkung der hochanalogen Röhre mit binärer Informationsverarbeitung eine widerstrebige Fügung; über die Macy-Konferenzen 1946-1953: "You begin with the rather highly digital electron, conclude the next step with rather analogical hard vacuum tube, use it as a „flip-flop“, which is primarily a digital element, and so on. When you have gone through enough stages, what you are finally dealing with depends upon function" = Gerard 2003, 182; Flipflop als Binärspeicher; sprunghaftes Übertragungsverhalten, verursacht durch Rückkopplung mit je zwei stabilen oder quasi-stabilen Zuständen

- entscheidend ist hier nicht die Möglichkeit der Speicherung eines binären Zustands (leisten Konrad Zuses Relais oder gar Eisenplatten im Z1 und Z3), sondern Geschwindigkeit (Burks: "at high speed"), mit der sie umgeschaltet, ein- und ausgelesen werden können - also koppelbar an die Geschwindigkeit der Elektrizität selbst (auf Seiten der Gesetze des Elektromagnetismus und seiner Verschiebungsströme, Maxwell)

- Schaltplan des Trigger Relay (Flipflop) in William H. Eccles / F. W. Jordan, A Trigger Relay Utilising Three-Electrode Thermionic Vacuum Tubes, in: The Electrician 83 (1919), 298; ebenso Siegert 2003: 575, Abb. LXXV

- Rückkehr der analogen Röhre in der digitalen Verschaltung: von der Röhrenmathematik zur technomathematisch aktiven Simulation der Röhre

- initiale FlipFlop-Schaltung: nicht vorhersagbar, welcher Zustand nach Einschalten eingenommen wird; *quasi* Quantenzustand; für Flipflop zwei Schalter "setzen", "rücksetzen"

- ENIAC rechnet 10 Zustände durch Hintereinanderschaltung von binären Flipflops; alternativ dazu: integriertes Bauteil zur Speicherung von 10 Zuständen auf Elektronenstrahlbasis, ablenkbar; trifft auf einen von 10 Löchern oder auf Zwischenraum. Durch Rückkopplung wird Strahl auf Löcher gezogen (Strahl bestreicht Skala); jeder Stellung eine Spannung zugeordnet. Elektronenstrahlzählröhre E1T, in Rußland für Speicherung von 256 Bit-Speicherung eingesetzt, als A/D-Wandler: analoge Spannung angesetzt, dann digital (zwischen)gespeichert

- Verfahren der dekadischen Kathodenstrahl-Zählröhre;
<http://www.emsp.tu-berlin.de/lehre/lehre/mixed-signal-baugruppen>, Kurs Henry Westphal: "DIGITALTECHNIK - BACK TO THE ROOTS: Digitale Schaltungen mit einfachen Bauelementen unmittelbar und sinnlich erleben"

Verklärungen der Elektronenröhre und ihre Rückkehr als technomathematische Simulation

- medientechnische Begründung der subjektiv empfundenen Klangwärme von Röhrenverstärkern gegenüber Transistorverstärkern

- frühes elektro-mechanisches Instrument, der Neo-Bechstein-Flügel, im Technischen Museum Wien: "Was den Klang anbetrifft, ist er im Technischen Museum Wien wieder nachvollziehbar geworden."¹⁴⁰ Saiten tatsächlich angeschlagen, Resonanzboden aber nicht als klangabstrahlendes Element, sondern Saitenschwingungen von elektromagnetischem Tonabnehmer abgetastet und in ein elektrische Signal verwandelt: "Tonsignal" (signal "processing"); Manipulation wandert vom Körper (Anschlag) in die Elektronik; am Ende der Synthesizer; technische Artefakte Medien erst im Signalvollzug; ihre non-historische Medienerfahrung liegt also im Nach-Vollzug; "Verstärker wurde sorgfältig schaltungstechnisch untersucht und konnte nach Abwägen des zu erwartenden Informationsgewinns im Vergleich zu den Risiken wieder in Betrieb genommen werden" <ebd.>; verwendet der originale Lautsprecher, der kaum Abstrahlung hoher Oberte zuläßt. "Entscheidend aber ist die Wahl der originalen Verstärker" - sonische Einbildung oder objektive Klangqualität? Klangbild "gegenüber der Verwendung eines modernen Halbleiterverstärkers (mit dem das Instrument schon mehrfach mit großem Erfolg gespielt wurde) deutlich anders <...>. Es ist signifikant weicher, vergleichbar etwas mit dem Unterschied zwischen Mittelwellen- und UKW-Radios. Der Frequenzgang des Verstärkers weist teils starke Schwankungen auf" <ebd.>.

¹⁴⁰Peter Donhauser, Elektrische Klangmaschinen. Die Pionierzeit in Deutschland und Österreich, Wien - Köln - Weimar (Böhlau) 2007, 93

- Klirrfaktor. In E-Röhren entstehen mehr Obertöne als in Halbleitern; letztere haben dadurch einen klareren Ton; gerade die Unklarheit, die Verzerrung - obgleich ein elektrotechnischer Mangel - konstitutiv für die Ästhetik frühen Rock'n Roll; Präsenzerzeugung durch elektroakustische Medien; zeitigt Gegenkopplung in Röhrenschaltungen Verzögerungen: das zeitkritische Element, das an der Materialität der Elektronenröhre haftet

- Klirrfaktor, engl. Total (Harmonic) Distortion, Maß für eine nichtlineare Verzerrung; Verhältnis der hinzukommenden Schwingungen (Kombinationston) zum Originalsignal = Enders 1997: 147; nichtlineare Verzerrung eine solche, "bei der zum Originalklang neue Schwingungen (Kombinationston) hinzutreten" = ebd., 352. "Ungewollte Verzerrungen werden mit dem Equalizer ausgeglichen."

- Gitarrenverstärker kein Verstärker im herkömmlichen Sinne, sondern ein klangbildendes Teil des Instruments (Henry Westphal); konkretes Beispiel dafür, daß "technisch besser" eben nicht klanglich besser ist; FENDER Bassman 5F6-A, der Gitarrenverstärker; warum Handverdrahtung wirklich besser klingen kann

- Hallspirale / Federhall-Modul; mit sechs Einzelfedern, jeweils zwei miteinander verbunden, parallel angeordnet: Hybrid aus Mechanik und Elektrotechnik; Barkhausen, *Schwingungslehre*: eine prinzipielle Analogie zwischen mechanischer und elektrotechnischer Schwingung

- "Betrachtet man das Bild vom meßtechnisch auf den ersten Blick scheinbar besseren Verhalten der Transistor- und vor allem der Digitaltechnik, relativiert sich dieses Bild beim tieferen Eintauchen in die Röhrentechnik <...>. Die Entwicklung der Übertragungstechnik beschäftigt sich zu sehr mit sich selbst, spricht: mitelektronisch meßtechnischen Idealen, die mehr das Auge mit scharfen Bildern auf dem Oszilloskopbildschirm beglücken, als daß sie sich an gehörphysiologisch relevanten Tatsachen orientieren" = Brauner 1995: 19; beruhen Oszilloskope ihrerseits auf einer Röhre: dem Bildschirm, ebenso wie etwa als Meßgeräte mit Magischem Auge zur Fixierung von Widerstandswerten

Rückkehr der Elektronenröhre als technomathematische Simulation

- gibt "Durchgriff" an, in welchem Maße die an der Anode liegende Spannung durch das Gitter hindurch auf die in dem Raum zwischen Gitter und Kathode befindlichen Elektronen einwirkt; bestimmt Differentiation die Änderungsrate oder Steigung einer Kurve (etwa die Röhren-Kennlinie) an einer bestimmten Stelle, durch Bildung des Differentialquotienten in einer Abbildung (Funktion); macht demgegenüber Integration das Ergebnis einer Differentiation wieder rückgängig, damit von der Änderungsrate zur ursprünglichen Kurve; Differentialrechnung eine neue Episteme des technischen Mediendenkens: Veränderungen mathematisch beschreiben, wie sich Wärme, Wellen, Licht, Schall, Elektrizität und Magnetismus

ausbreiten; beharrt Wissenschaftshistoriker Alexandre Koyré unerbittlich darauf, daß "die Theorie in erster Linie Mathematisierung" ist.¹⁴¹

- sind Röhrenprüfgeräte "echte elektrische Analogrechner, wenn auch mit einem scharf begrenztem Einsatzgebiet. Sie besitzen eine Dateneingabe in Form des Prüflings, eine Programmiermöglichkeit (durch Programmierkarten oder Schiebeschalter), eine schrittweise Programmabarbeitung durch den Präzisionsschrittschalter, eine Datenausgabe durch Zeigermessinstrumente" = <http://www.robotrontechnik.de>; Zugriff 4. Februar 2008

Elektronenröhren als epistemische Dinge

- Elektronenröhre als medienepistemologisches Erkenntnisobjekt und als Brückenmedium: aktives Bauteil, das quer zu den vertrauten Klassifizierung von Mediengruppen im Einsatz ist, zur Verstärkung und / oder Steuerung; daran hängt Begriff der Elektronik selbst; Speicherung (FlipFlop) und Bildspeicherröhre Fernsehen / Computer, Radar; digitales Schaltelement

- diskursiv nicht als "aktives Bauteil" der Elektronik vertraut, sondern als Interface, als Erfahrung massenmedialer Bildübertragung: die TV-Bildröhre; ein nach Außen gestülptes technisches Innenteil, der Übergang von technischer Immanenz zur Nutzerschnittstelle; dazwischen das Oszilloskop: wird das optische Signal nicht als "Bild" im ikonologischen (kulturellen) Sinne wahrgenommen, sondern als "Meßbild"

- ist die Semantik der Elektronenröhre ihr Vakuum (Paetzold, Dt. Museum München)

- erfindet Edison - in ausdrücklicher Absetzung gegenüber spiritistischen *mediums* - eine *valve*, die in der Lage sei, auf Schwingungen / Vibrationen der Geister von Toten zu reagieren. "The degree of material of physical power possessed by those in the next life must be extremely slight <...> therefore, any instrument designed to be used to communicate with us must be super-delicate" - wie nur elektronische Bauteile es zu leisten vermögen (was später auch für *computing* gilt, als Umschaltung von Relais- auf Röhrenrechner, das Argument Norbert Wieners). Edison greift hier auf die elektrischen Formen der Klangaufzeichnung zurück, das Kondensatormikrofon

- Ablösung des elektromechanischen Relais (Telephontechnik) durch die Elektronenröhre, die dann ihrerseits durch den Transistor und dessen Miniaturisierung in der integrierten Schaltung funktional ersetzt wird

¹⁴¹Georges Canguilhem, "Der Gegenstand der Wissenschaftsgeschichte", in: ders., Wissenschaftsgeschichte und Epistemologie, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1979, 22-37 (32 u. 27)

- hat die Elektronenröhre eine besondere medienepistemische Qualität; Frage nach Stromfluß im Vakuum die Testfrage für oder gegen die Existenz einer Quintessenz namens "Äther" (Albert Einstein)

- technische Szene als funktionales Medientheater: Innenleben der klassischen Rundfunkmedien Radio und Fernsehen (offenes Chassis). 3-5 Protagonisten die Elektronenröhren; um sie herum gruppiert Zulieferer (Kondensatoren, Widerstände); "Text" ist der zufließende (Signal)Strom

- hat Elektronenröhre in verschiedenen Technologien verschiedene Konjunkturen und Verweildauern gehabt, bis hin zu ihrer aktuellen Renaissance etwa Röhrenmikrofon; Friedrich Fehse, Die Röhre und ihre Verwendungen (1960er Jahre); beschleunigt die Ablösung des Telegraphen durch das Radio und ersetzte das elektromechanische Relais auf Übertragungstechnischer Seite

- erschließt sich das Wesen der Röhre nicht artefaktuell - nicht einmal, wenn ihre Kathode erglüht; Glühen gibt Ahnung vom Elektronenfluß / Edison-Glühbirne

- etwas fließt? "Da der elektrische Strom, der in einem Leiter fließt, auch aus sich bewegenden Elektronen besteht, entsteht zunächst die Frage, ob man die durch die Röhre fliegenden Elektronen ebenfalls als einen elektrischen Strom betrachten kann oder ob hier andere Gesetze maßgebend sind."¹⁴²; verhalten sich Elektronen nur im magnetischen Feld ähnlich wie ein elektrischer Strom; in der Vakuumröhre stoßen sie sich (negativ geladen) gegenseitig ab und vergrößern als Strom ihren Querschnitt / Schrotrauschen

- steht Elektronenröhre metonymisch für den Begriff der Elektronik selbst; von daher ihre prinzipiell fortdauernde (medienarchäologische) Erkenntnisfunktion für die Medienkultur der Gegenwart

Zur funktionalen Äquivalenz von Elektronenröhre und Transistor

- Transistoren aus Halbleitern der Elektronenröhre funktional (im Sinne der Schaltungen) äquivalent, unterscheiden sich aber dadurch, daß sie (falls nicht zu dicht komprimiert) keine nennenswerte Hitze erzeugen - keine leuchtenden Drähte (Glühkathode) für die Elektronenemission; erledigt der Transistor *en arché* die gleichen Aufgaben, was an der elektrophysikalischen Koppelbarkeit manifest wird: Fetron-Röhre, die einen Transistor-Baustein auf einem Elektronenröhrensockel zu setzen erlaubt

- deckt die funktionale Ersetzung der E-Röhre durch Halbleiter (Transistor) nicht alle Weisen derselben ab; Transistor vermag keine Bildröhre zu bilden

142 Hanns Günther (Hg.), Fortschritte der Funktechnik und ihrer Grenzgebiete, Bd. 1, Stuttgart (Franckh) 1936, Kapitel X: Der heutige Stand des Fernsehens, 93-106 (93f)

(auch der ansonsten volltransistorisierte Fernseher nicht); ändert sich gegenwärtig erst mit dem Flachbildschirm.

Die Janusköpfigkeit der Elektronenröhre im / als Fernsehen: Auf der Platine generieren E-Röhren die zur elektronischen Bildübertragung notwendigen Funktionen wie etwa Zeilentransformator und Sägezahnimpuls; sichtbar aber ist bestenfalls das Glühen der Kathode. Elektronendynamik in Vakuumröhren, recht verschaltet und kombiniert mit Widerständen und Kondensatoren, sind die latente Vor-Form (die *arché*), das Vor-Bild dessen, was dann linear konsequent in der Bildröhre beim Aufprall der Elektronen auf den Bildschirm als Fernsehbild auf- und erscheint

Barkhausen-Kurz-Schwingung

- engl. Retarding-Field Tube (Reflex Tube); Transit Microwave Tube; transit-time tube

- an das Gitter eine positive und an die Anode eine negative Spannung angelegt; werden von von der Kathode emittierten Elektronen von der Gitterspannung beschleunigt und gelangen in das Gegenfeld der Anode, dort abgebremst und zum Gitter zurückgelenkt, fliegen dort zumeist hindurch und vor der Kathode wieder umgelenkt; pendeln Elektronen mehrmals um das Gitter hin und her. "Durch komplizierte Vorgänge kommt eine geordnete, phasenrichtig sortierte Pendelschwingung der Elektronen um das Gitter herum zustande. Sie ist als Wechselstrom nachweisbar. <...> ohne dass ein äußeres Resonanzsystem dabei mitwirkt. Die Trägheit der Elektronen ist also ausschlaggebend für die Schwingungserzeugung"¹⁴³; Effekt des B-K-Oszillators in der Hoch- und Höchstfrequenztechnik (über 10 MHz, bis GHz) zum Einsatz: Wellen im Dezimeterbereich (WK II: UHF-Sender); wenden Barkhausen / Kurz ihrerseits das Phänomen für eine drahtlose Telephonie-Verbindung über mehrere hundert Meter an; verwenden Barkhausen / Kurz nach außen gelegte (externe, angekoppelte) Lecherleitungen (zwei parallele Drahtstücke) zur Messung; diese dienen zugleich als Resonator; Laufzeit bestimmt die Pendelfrequenz der Elektronen. Raumladungswolken; Rhythmus, daraus entwickelt: LaufzeitRöhren, Klystron-Oszillator, Magnetron

- konnten Zeilenendröhren in TV-Geräten in B-K-Schwingungen geraten: "Erkennlich war das Fehlerbild auf dem Bildschirm als senkrechte schmale Gardinen am Bildrand über die ganze Bildhöhe - während des Durchlaufens des sägezahnförmigen Stromverlaufes jeder Zeile treten die Schwingungen immer gleich auf und stören je nach Frequenz und Amplitude den Empfang" = Wikipedia-Artikel "Barkhausen-Kurz-Schwingung" (Januar 2016)

143 Eintrag in: Dresdner UniversitätsJournal, 18. Jg. Nr. 17 v. 30. Oktober 2007, 8

- können B-K-Schwingungen in Vakuum-Glühlampen mit langen, glatten, in Form einer Reuse geführten Glühfäden in benachbarten UKW-Rundfunkempfängern zu Störungen führen

- Heinrich Barkhausen, Elektronen-Röhren, Bd. 3 *Rückkopplung*, 4. Aufl. Leipzig (Hirzel) 1931

Die Elektronenröhre

- G. F. J. Tyne, *Saga of the vacuum tube*, 1977

- Robert von Lieben, März 1906: Patent für die elektrische Verstärkerröhre; kurz zuvor Lee de Forest; "Paradigmenwechsel des Verständnisses von Elektrizität" (Lars Überland, Info-Radio Erinnerung an Patent von Lieben, 25. Oktober 2006)

- verdichten sich in der Elektronenröhre kosmischen Theorien als technisch operativ gewordener, domestizierter Modellfall

- Elektronenröhre zunächst schlicht ein luftleeres Gefäß mit zwei oder mehreren metallischen Elektroden, "zwischen denen ein gesteuerter Elektronenstrom fließt"; Elektronen wiederum bewegen sich im Stoff frei¹⁴⁴; Definition von Elektronik im Unterschied zur Elektrizität die Steuerbarkeit von Elektronenflug im Raum: "Der Elektronenstrahl ist 'programmierbar', d. h., man kann ihn nahezu beliebig in Ort und Zeit steuern" und dadurch auf dem Oszilloskop verschiedenste Ablenkbilder erzeugen" = Ardenne / Bartel: 179

Barkhausenschwingungen

- H. G. Möller, Der Mechanismus der Barkhausenschwingungen, in: E.N.T. (ENT) = Elektrische Nachrichten-Technik 1930, Heft 8, 293-306

- zunächst Einfluß des Emissionsstromes bzw. der Heizung, der Einfluß der Amplitude und der des angekoppelten Schwingungskreises qualitativ erläutern "und in einem 2. Teil diese Einflüsse mathematisch formuliert und quantitativ mit Versuchen verglichen" - Mathematisierung der Röhre. "In gleichen Zeitabständen vom Glühdrahte abfliegende und gleiche Pendelungen ausführende Elektronen führen zu einem stationären Strömungs- und Raumladungszustand, der keine Barkhausenschwingungen erregen kann. Wir müssen zunächst den Mechanismus kennen, nach dem sich die Elektronen 'zu gemeinsamen Tänzen ordnen'" = H. G. Möller, Über die Frequenz in Barkhausenschwingungen, in: Elektronische Nachrichten-Technik (ENT) Heft 11, November 1930, Bd. 7, 411-419 (411); Theorie der Selbsterregungsprobleme: "Wir nehmen eine Ausgangsschwingung an,

¹⁴⁴Adolf Melezinek, *Physikalische Grundlagen der Elektronenröhre*, Berlin / München (Siemens) 1971, 72f

berechnen die durch sie veranlaßte Veränderung in der Elektronenbewegung und überlegen, ob die veränderte Elektronenbewegung geeignet ist, die Ausgangsschwingung aufrechtzuerhalten oder anzufachen" = ebd.

Die Röhre in der Rolle der Relais (digital)

- technische Anordnung des Relais "artikuliert" die Differenz von analog / digital; in Elektronenröhre eine Frage von Hoch- und Niedrigfrequenzen; Vorbereitung durch Telegraphie / Radio

- digital zählt (buchstäblich) das nicht mehr elektromagnetische Relais

- angesichts röhrenelektronischer Schaltungen "wurde es uns klar, daß die ultraschnelle Rechenmaschine, so wie sie abhängig war von aufeinanderfolgenden Schaltern, beinahe ein ideales Modell der sich aus dem Nervensystem ergebenden Problemen darstellen mußte. Der Alles-oder-nichts-Charakter der Neuronenladung ist völlig analog zu Auswahl einer binären Ziffer" = Norbert Wiener, *Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung im Lebewesen und in der Maschine*, Düsseldorf u. a. (Econ) 1992, 42 [Cybernetics or control and communication in the animal and the machine, MIT Press, Cambridge, MA, 1948, erw. Ausgabe 1961]

- kann die Elektronenröhre, geschaltet als Zwillings in einem Eccles-Jordan-Schaltkreis - vormals Durchgangsmedium für Elektronen- und Radioströme - selbst als Speicher für eine Binärstelle dienen = Johannes Arnold, *Abenteuer mit Flipflop*, Halle 1970, 16; in diesem Sinne auch Bernhard Siegert, *Passagen des Digitalen*, Berlin (Brinkmann & Bose) 2003, 405; 27. April 1918 berichtet Michail Alexandrowich Bonch-Bruyewitch vor der Russischen Gesellschaft der Radio-Ingenieure über den von ihm (erstmalig) erfundenen vollelektronischen Flip-Flop; October of the same year, Bonch-Bruyevich published his report in the technical monthly *Wireless Telegraph and Telephone Engineering* [russ. Zeitschrift, St. Petersburg]

- "Bonch-Bruyevich introduced the term "cathode relay" for a single valve circuit (prototype of the valve triode). With "combined characteristics of cathode relays", he means a more complicated circuit, namely a combination of two "relays" (electron valves) which was actually the first flip-flop (electronic trigger)" = xxx, in: Nitussov / Trogemann / W. E. (Hg.), *Computing in Russia*

Röhren im TV

- "In den Entwicklungslaboratorien der ganzen Welt erobern die Transistoren die bisher von den Röhren eingenommenen Funktionen langsam aber sicher. Beim Fernsehen scheint der Transistor zunächst weniger erfolgreich zu sein als auch dem Gebiet des Rundfunks" = Meldung Sigle "-tt-" in: *Radio und Fernsehen* 22 (1957), 709, nach: *La*

Télévision Professionnelle Nr. 260, April 1957; auf dem Chassis von Rafena-Fernseher *START 1A/1B* aber hält sich hartnäckig die Röhrenbestückung; was die längste Zeit auch im volltransistorisierten Fernseher überlebte: die *BildRöhre*, nicht aus intern technologischen Gründen, sondern als notwendiges Interface

Elektronenröhren, zeitkritisch (LaufzeitRöhren)

- Magnetron im Speziellen operiert mit Hohlraumresonatoren also einem dynamischen Gestell, wie es seit Hermann von Helmholtz ("Helmholtz-Resonatoren") zur (Fourier-)Analyse von Klängen zum Einsatz kam. Nicht im Sinne der Akustik (als physikalischem Schallereignis), sondern der (erweiterten Epistemologie von) *mousiké* ist im Magnetron der Hohlraumresonator im Einsatz - quasi-musikalisch, sonisch. Im Begriff des Resonators wird dieser erweiterte Begriff des Klang (im technischen Einsatz) manifest

- weitere Spezies der Laufzeitröhren, die Wanderfeldröhre, beruht auf dem Energieaustausch zwischen einem Elektronenstrahl und einem sich längs einer Verzögerungsleitung fortbewegenden Höchstfrequenzfeld = Walter Conrad, BI-Taschenlexikon Elektronik - Funktechnik, Leipzig (VEB Bibliographisches Institut) 1982, Eintrag "Wanderfeldröhre", 390 f.> und erinnert damit strukturell an den Vorgang der Klanganalyse im menschlichen Innenohr nach der Interpretation von Bekesy (Wanderwellen mit lokalen Amplitudenspitzen)

Oszilloskop

- das Oszilloskop permanentes Ur-Fernsehen, eine medienarchäologische Anamnese, Erinnerung an den Ursprung der Bildröhre im Meßmedium (Ferdinand Braun, der sie als oszillographische Funktion, nicht als ikonische Bilddarstellungsröhre entwarf)

- medienarchäologisch fernsehen: Signale aufzeichnen mit dem Oszilloskop; mit der Braunschen Röhre Signale messen, nicht Unterhaltungsshows empfangen

- Während ein interner A/D-Umwandler von Klangwellen auf dem Mac G4 die Waveform eines Oszillographen simuliert, leidet die Betrachtung darunter, daß analoge Signalflüsse vorgetäuscht werden, wo es sich doch immer schon um gesampelte Daten handelt

***BildRöhre* / KathodenstrahlRöhre**

- Ferdinand Braun, Ueber ein Verfahren zur Demonstration und zum Studium des zeitlichen Verlaufes variabler Ströme, in: *Annalen der Physik und Chemie*, Bd. 60, Heft 1, 1897

- "Vielleicht hat die Braunsche Röhre schon längst gegenüber dem Ereignis gesiegt. [...] In der unendlichen Wiederholbarkeit der elektronischen Medien stürzt der Zeuge des Ereignisses von dessen Einmaligkeit quasi simultan in die gekühle Welt der DATs und RAMs" = Programmheft GIANNOZZO Live Festival 3, 27. bis 30. August 1992

- Elektronenstrahl nicht direkt sichtbar, vielmehr anhand seiner Phänomene; experimentiert Julius Pflücker 1859 mit dem von ihm benannten Kathodenstrahl. Beim Experiment mit Gasentladungsröhren trifft er auf Strahlen, die sich, von einer geheizten Kathode her kommend, geradlinig ausbreiten und im gasverdünnten Raum des Glaskolbens (oder Vakuum) zu Leuchterscheinungen führen; tauft G. J. Stoney diesen Korpuskelstrahl "Elektronen"

Röhre versus Transistor

- besitzen Feldeffekttransistoren (FET) anders als die klassischen Transistoren, "röhrenähnliche Eigenschaften" = Siegfried Wirsum, Radiobasteln mit Feldeffekt-Transistoren, 5. Aufl. 1973, 7; FET besteht aus einem Halbleiterstäbchen, dessen Enden mit sperrschichtfreien Kontakten (Source und Drain) versehen sind. "Obwohl der Leitungsmechanismus bei der Vakuumröhre ein anderer ist, kann Source mit der Katode und Drain mit der Anode einer Elektronenröhre veranschaulicht werden. Die Kontakte Source und Drain sind also durch einen Strompfad, dem sogenannten Kanal, miteinander verbunden" <S. 9>. Dieser Kanal besteht aus einem Halbleitermaterial mit N- oder P-Dotierung bzw. Leitfähigkeit, "in das ein elektrisches Feld, im Gegensatz zu Metall-Leitern, tief eindringen kann" <ebd.>: eine andere Physik, doch gleiche Verhältnisse (samt Schrotteffekt?) wie in Elektronenröhre

Röhren messen

... mit Meßgeräten, die ihrerseits auf Röhrenbasis arbeiten (die röhrenbetriebene Variante des Oszilloskop etwa, intern wie extern als Interface)

- YAESU-Allband-Kurzwellenempfänger; nostalgisches Gegenstück ein alter Marineempfänger von Telefunken. Was der YAESZ zu leisten vermag, ohne daß man es seinen Innereien wirklich ansehen kann, ist beim Marineallbandempfänger aus der 1950er Jahren in schierer Materialität faßbar und daher einer medienarchäologischen Analyse anschaulich zugänglich: die Röhren, die Kondensatoren, die Schalter, die Skala

- Ratschlag Anselm Garten, September 2006, beim Kauf antiker Elektronik: "immer ein kleines Multimeter (am besten als Zeigerinstrument) in der Tasche haben um wenigstens die Heizfäden der D-Röhren auf Durchgang prüfen zu können"; dazu Röhrentaschenbuch, um sich jeweilige Sockelbelegung ansehen zu können

100 Jahre Röhrenrauschen

- 100 Jahre Mikroradio: waren es das Rauschen und Flimmern der Elektronen in der Vakuumröhre, die Albert Einstein um 1905 und später und Norbert Wiener dazu anregten, es mit dem vertrauten Phänomen der Braunschen Molekularbewegung (etwa von Blütenpollen) und der Thermodynamik (Gasteilchen) gleichzusetzen, um diese Unordnung und Zufälligkeit nicht mehr nur elektromagnetisch-kybernetisch (Gitterröhrensteuerung als "Elektronik"), sondern vor allem mathematisch in den Griff zu bekommen; P. R. Masani, Norbert Wiener 1894-1964, Basel / Boston / Berlin (Birkhäuser) 1990, bes. 78ff

- beendet Ludwig Boltzmann, Begründer der statistischen Physik, im September 1906 freiwillig sein Leben. Boltzmanns Entropieformel ($S = k \cdot \log W$), die zwischen der klassischen Physik und der Atom- und Quantenphysik eine erste tragfähige Brücke schlägt, in seinen Grabstein auf Wiener Zentralfriedhof gemeißelt; Abb.

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

- Zeitpfeil unerbittlich; Unumkehrbarkeit molekularer oder atomarer Bewegungen; Emission und Fluß von Elektronen in der Vakuumröhre; wurde Wiener Mitte der 1920er Jahre auf den treffend so genannten Schroteffekt in der elektronischen Verstärkung aufmerksam; hatte Einstein theoretisch abgeleitet, daß thermische Agitation von Elektronen in einem Konduktor Zufallsfluktuationen erzeugt; 1918 entwickelte Walter Schottky das Modell dieses Effekts weiter; sogenannter "tube noise" zu gering für die damals zur Verfügung stehenden Meßinstrumente; theoretisch behaupteter Schrot-Effekt experimentell erst um 1927 nachgewiesen; Norbert Wiener, The harmonic analysis of irregular motion (Second Paper), in: J. Math. and Phys. 5 (1926), 99-121, § 6

- Analogie zwischen diesem "shot effect" und der Brownschen Molekularbewegung organischer Substanzen, unter Zugrundelegung einer im Wesentlichen gleichen mathematischen Analyse; von Wiener gedeutet als "result of the discreteness of the universe" = Norbert Wiener, I Am a Mathematician. The Later Life of a Prodigy, New York (Doubleday) 1956, 40; Elektronenröhre damit quasi Makro-Monade; konnte Leibniz in seiner Monadologie gegenseitige Wahrnehmungsfähigkeit entfernter Monaden nur mit Hypothese einer "prästabilen Harmonie" erklären; sieht Wiener die "analogy between this mirroring activity of the monad <...> and the modern view in which the chief activity of the electrons consists in radiating to one another" = Norbert Wiener, Back to Leibniz! (Physics reoccupies an abandoned position), in: Tech. Rev. 34 (1932), 201ff. 222, 224 (202)

Intervallschachtelungen: eine alternative Genealogie der Triode

- Gilbert Simondons Technikgeschichtsschreibung am Beispiel der Triode; stoßen die Relationen in geschlossenen technischen Systemen bisweilen

an ihre interne Grenzen, von daher sprunghafte, non-lineare Modifikationen: "aufgrund ihrer Natur kann diese Überschreitung sich nur in einem Sprung vollziehen" <Simondon 1958/2012: 26>: "man muss noch präzisieren, dass sich diese Genese durch wesentliche, diskontinuierliche Weiterentwicklungen vollzieht, die bewirken, dass sich das interne Schema der technischen Objekte durch Sprünge modifiziert und nicht entlang einer kontinuierlichen Linie" <Simondon 1958/2012: 37> - medienarchäologisch definiert; im Sinne Foucaults eine diskontinuierliche Genealogie; technisches Objekt durchläuft nicht schlicht eine stetige Genese vom Abstrakten zum Konkreten" <37>

- morphologischer, anachronistischer Zugang, der auf ein latentes Wissen des technischen Artefakt selbst zielt; Crookes-Röhre "enthält potentiell die Coolidge-Röhre, denn die Intention, die sich in der Coolidge-Röhre organisiert und stabilisiert und dabei reiner wird, existierte bereits in der Crookes-Röhre in konfusem, aber wirklichen Zustand" <37> - wissensarchäologisch gleich der Fourier-Analyse implizit schon mit Pythagoras' Monochord als analytischem Gerät

- "Bedingung für die Konkretisation der technischen Objekte ist das Schrumpfen des Intervalls zwischen Wissenschaften und Techniken" <Simondon 1958/2012: 33>, mithin zwischen Theorie und Handwerk (*techné*) als Operieren mit Hardware

- betont Simondon den für technische Objekte charakteristischen "Übergang von einer analytischen zu einer synthetischen Ordnung"¹⁴⁵, etwa Elektronenröhre, die zunächst dazu dient, das Verhalten von Elektronen *avant la lettre* zu erforschen; die gleiche Triode, die später Elektronik als sanfte Steuerung von Spannungen durch minimale Ströme (Schwachstrom) ermöglicht und überhaupt erst definiert, hier noch das Medium zur Erforschung der Elektronen

- "Bis zu welchem Anfangspunkt kann man die Entstehung einer spezifischen technischen Wirklichkeit zurückreichen lassen?" vor Pentode und Tetrode Lee de Forests Triode; davor die Diode Flemings - aber vor der Diode? "Ist die Diode ein absoluter Ursprung?" thermische Elektronenemission unbekannt, aber Phänomene, bei denen es durch ein elektrisches Feld zur Wanderung von Ladungen im Raum kommt, seit langem bekannt: "Um die Elektrolyse wusste man seit einem Jahrhundert" = Simondon 1958/2012: 37 f.; "Edison-Effekt"

- die Diode ist eine Vakuumröhre, in der es eine heiße Elektrode und eine kalte Elektrode gibt, zwischen denen ein elektrisches Feld entsteht. "Darin liegt sehr wohl ein *absoluter Anfang* <...>. Die Diode ist eine asymmetrische Leitfähigkeit" = Simondon ebd.

145 Gilbert Simondon, Die Existenzweise technischer Objekte [FO 1958], Zürich / Berlin (diaphanes) 2012, Erster Teil, Erstes Kapitel ("Entstehung des technischen Objekts"), 24

- elektrotechnischen Signalverstärkung nach Siegert 2003, Kapitel "Echos": *signal intelligence* (Peilen, Orten, Leitsignale, wo die Signale sich immer schon mitkommunizieren), vs. *communication intelligence* (Hermeneutik)

- de Forrest entwickelt die Triode in Hinblick auf drahtlose Telegraphie; von Lieben hingegen hat die Telephonverstärkung im Blick. 1906 Patententwürfe a) de Forrest b) von Lieben; Triode bei von Lieben erst wirklich 1910; de Forrest-Patent schreibt ausdrücklich von "Verstärkung für Telephonie" - läßt sich kaum als linear geordnete Technikgeschichte erzählen; stattdessen (mathematischer Begriff) "Intervallschachtelung" (methodischer Vorschlag Sebastian Döring), vom Ziel her (die finale tatsächliche Triode) im Krebsgang rückgreifend; unabhängig von den Biographien der Erfinder eine Archäologie der Elektronenröhre entlang ihrer konkreten medientechnischen Existenzweisen schreiben (Simondon) - was auf Bifurkationen, also: eine diagrammatische Genealogie hinausläuft

Die Röhre als Gegenstand der (musealen) Kultur

- technische Objekte in einem philosophischen Kontext verstehen; Menschen werden zu Zeugen der Medienentwicklung in ihrer eigenzeitlichen Logik; wählt Medienarchäologie den direkteren Weg (kein Umweg über Diskursanalyse sozialer, ökonomischer, kultureller Kontexte): Erkenntnisfunken aus der detaillierten Analyse der technischen Parameter schlagen

- wird die Elektronenröhre genau dann durch Simondon thematisiert, als ihre technisch aktuelle Epoche sich dem Ende zuneigt, sie also museal wird, zugunsten von Transistoren, später hochintegrierten Schaltkreisen in Mikroprozessoren; Epoche des Transistors noch in direkter funktionaler Nachfolge der E-Röhre

- Gang durch verschiedene Abteilungen: das Deutsche Museum "quergelesen", anhand des medienarchäologischen Leitfossils aller Elektronik, der Elektronenröhre; Abteilungen unter dem Aspekt der diversen Ausdifferenzierungen / "Hypertelien" (Simondon) von Elektronenröhren kurzschließen

- Elektronenröhre als plastisches Anschauungsobjekt der mit ihr verbundenen Elektronik - im Kontrast zum Transistor, der in Mikrochips als Black Box verschwunden ist; Loewe-Radio OE 333 mit integrierter Dreifachröhre

- Forschungsanliegen Martin Carlé, die sieben Röhrentypen (6SN7, 6L6, 6Y6, 6V6, 6J5, 6SA7, 6L7) des ENIAC, dessen Schaltungen mit MatLab/Simulink modelliert und in Echtzeit mit der Musikprogrammiersprache SuperCollider zum Klingen gebracht, eigens nachzumessen

- davon ausgehen, daß die recht alten Objekte die Messung, selbst wenn sie völlig korrekt vorgenommen werden, den Meßakt nicht überleben; die

jeweiligen technischen Daten zusammensuchen aus Literatur; Unterschied zwischen den schematischen und mathematisierten Beschreibungen in der Fachliteratur und den konkreten Objekten (Hinweis Petzold, Januar 2008)

Medienarchäologie entlang der Elektronenröhre

- anhand der Liebenröhre die medienarchäologische Ekphrasis üben: wie solch ein Artefakt beschreiben, in welcher technischen und nicht-technischen Sprache, inwieweit trägt sie ihren historischen Index an sich, wie sie ausstellen, d. h. wie einem weiteren Kreis klarmachen, was an diesem Teil wissenswert (über Elektrotechnik hinaus) ist
- Kontakt mit realen medienarchäologischen Objekten; Frage nach der "Geschichtlichkeit" technischer Medien mit ahistorischen Invarianzen techno-mathematischer Prozesse konfrontieren; gehen Medienprozesse in ihrer kulturhistorischen Beschreibung nicht vollständig auf
- Latours Begriff von "factish" zu Mediengeschichte und Ausstellbarkeit von technischen Artefakten im Museum; eine reale Elektronenröhre wortwörtlich ins Zentrum der Diskussion stellen, d. h. als Objekt hineinholen; Oskar Blumtritt, "The Flying Spot Scanner"; methodische Fragen darin angesprochen
- realer "Einstieg" in den leibhaftigen Innenraum des UNIVAC in der Ausstellung des Deutschen Museums, München, an welchem Programmiersprache »Simula« als Vorläufer des Programmierparadigmas der Objektorientiertheit zu Simulationszwecken in Europa und hernach ALGOL allererst entwickelt
- Elektronenröhren in verschiedensten Kontexten, als Leitfossilien einer Medienarchäologie; damit auch eine andere Museologie verbunden
- von Zuse spät vollzogene Umstellung von Relais auf die von Schreyer (zeitgleich zu Mauchly in USA) projektierten "Röhrenrelais" (Z22), dann Transistor (Z23); Theorie und Rechnung; von "elektronische Modellierung" (Helmut Hölzer) mit Röhren zur zeitkritischen Simulation von Röhrenrechnern selbst (Faltung von Medienzeit)

Eine Welt für sich. Der Mikrokosmos der Elektronenröhre als Modellfall von Medientheorie

- Epoche technologischer Medien ist nicht schlicht die der Elektrizität (McLuhan), sondern der Elektronik, definiert durch die bewußte Steuerung des freien Elektronenflugs im luftleeren Raum. Verdinglicht ist diese Epoche im Artefakt der Elektronenröhre und ihren diversen Manifestationen, insofern sie einerseits in technischen Grundlagen präzise faßbar ist und andererseits Modellbildend für die Episteme der Elektronik selbst ist. Heinrich Barkhausens klassisches Lehrbuch schreibt das We(i)sen der Elektronenröhre einerseits in präzisen mathematischen

Gleichungen an, andererseits in Begriffen, welche diese mithin zeitkritischen Ereignisse im Hochvakuum als dramatischen Mikrokosmos, als Weltgeschehen nach eigenem Recht beschreibt, in der die Elektronen "hinüberfliegen" wie kleinste Individuen und deren Schwingungen in ihrer "Resonanz" eine mikrokosmische Sphärenmusik induzieren; in diesen Momenten die medienepistemische Implikation fassen. Zufällig anhand der Glühlampe entdeckt ("Edison-Effekt"), wird die Elektronenröhre zunächst als Verstärkerelement in der Telephonie eingesetzt ("Lieben-Röhre"), dann mit Rückkopplung für Radiosendung und -empfang begabt ("Audion-Röhre"); andererseits ihr Einsatz als zeitkritisches Meßmedium in Form der Braunschen Röhre (Kathodenstrahlröhre, später Fernsehen); schließlich die Funktion der Elektronenröhren für ultrakurze Speicherprozesse in frühen Computern (die Schaltgeschwindigkeit der Elektrizität selbst); hat die Elektronenröhre auch hochtheoretische Reflexion erfahren, von Albert Einstein bis Norbert Wiener; medientheoretisch konkretisieren

- Dramaturgie und Melancholie einer zuende gehenden Epoche; Massenmedium Fernsehen heißt nicht mehr "in die Röhre gucken", sondern Anverwandlung an die Plasmabildschirm-Ästhetik des Computers, einhergehend mit "Digitalisierung" der Signalübertragung selbst

Flip-Flop: Die Elektronenröhre als digitaler Schalter

- John von Neumann, First Draft of a Report on the EDVAC, 30. Juni 1945; *online* qss.stanford.edu/~godfrey/vonNeumann/vnedvac.pdf; Druckversion in: Annals of the History of Computing Bd. 15, Heft 4 (1993), 27-75

- Kap.2.7 John S. Murphy, "Elektronenröhren im Elektronenrechner", in: ders., Elektronische Ziffernrechner. Einführung in Aufbau, Arbeitsweise und Verwendung [AO: Basics of Digital Computers], Berlin (VEB Technik) o. J. (Lizenzausgabe der deutschen Übersetzung Stuttgart (Berliner Union) 1964), 157-163

- G. N. Povarov, Mikhail Alexandrovich Bonch-Bruyevich and the Invention of the First Electronic "Flip-Flop" (Trigger), in: Trogemann et al. (Hg.) 2001, 72-75

- sogenannter Zeitkipper (Dennis Gábor); dazu Dennhardt 2009

- Übergang von den klassischen analogen Röhrenschaltungen, wie von Verstärkern und Radios her bekannt, zu digitalen Röhrenschaltungen; entstehen aus den vorgenannten durch Rückkopplungspfade; durch deren Wirken können Schaltungen dann nur noch bestimmte, diskrete, d. h. abzählbare stabile Zustände annehmen; binäre Schaltungstechnik, mit zwei Zuständen, "wahr"/"falsch" "High"/"Low", "die sich im Flipflop (Eccles-Jordan-Schaltung, erfunden ungefähr 1913) zeigt" (Hinweis Henry Westphal); Mißbrauch der anfänglich analogen "Verstärker"Röhre zu abrupt-diskreten Zwecken: numerische Zählung

Implizite und explizite ZählRöhren

- die ZählRöhre er/zählen? "Zu erzählen wäre <...> die dramatische Geschichte, wie Elektronenröhren seit 1920 mühsam dazu gebracht worden sind, ihre Eingangssignale nicht mehr einfach und das heißt analog zu verstärken, sondern vielmehr zu zählen und das heißt in digitalen Ziffern auszugeben" = Friedrich Kittler, Hardware - das unbekannte Wesen, in: LAB. Jahrbuch der Kölner Kunsthochschule für Medien, xxx

- Digitalcomputer ist ein elektronischer "Ziffern"rechner, zunächst implizit (Bit-Ketten); mit Nutzung der Nixie-Röhre zur Ziffernanzeige wird dieses Rechnen explizit

- Nixie-Röhre eine Glimmröhre. "Da es sich um eine Anzeigefunktion handelt, wird das helle Katoden-Glimmlicht ausgenutzt"¹⁴⁶; die zu zündende Glimmstrecke jeweils an die Betriebsspannungsquelle angeschlossen, unter Vorspannung (*bias*, 886)

- alternativ dazu Projektionsverfahren; Optophon "Rechner"-Patent Raoul Hausmann (London); rein mechanisch betätigter alphanumerischer Anzeiger von Visiontron hergestellt <886>

- Wird eine Flipflopschaltung (also ein jeweils statischer Zustand) mit einer periodischen Schwingung gekoppelt, vollzieht sie einen Takt, der als Zählung auf der Zeitachse begriffen werden kann; Parametron: Digitalrechner auf Schwingkreisbasis

- Kap. 8.1 "Die NixieRöhrenuhr", in: Joachim Gittel, Neues aus Jogis Röhrenbude, Poing (Franzis) 2005, 173 f.; keine Halbleiter und keine Röhren-ICs in Form von ZählRöhren: "Die Zählstufen sollten nur mit völlig klassischen Flip-Flop-Stufen aufgebaut werden. Der Sekundentakt sollte am einfachsten aus der Netzfrequenz gewonnen werden" <173>

- als analoges, nicht-diskretes, stetiges Anzeige-Gegenstück ("analogrechnend") das *Magische Auge*; Abstimmanzeigeröhre, mit Leuchtschirm ausgerüstete Hochvakuum-Elektronenröhre. Unter Anlegung einer veränderlichen Gleichspannung wird eine Fläche variabel erhellt; Spannungsstärke proportional der je leuchtenden Fläche; Fernseh"bild"Röhre: ein elektronisches aktives Bauelement aus dem Innern des Apparats wird zugleich zum Interface, zur Schnittstelle; vom Meß- zum Darstellungsmonitor (Oszilloskop / TV)

RADIO

Die Röhre, das Röhrenradio

146Blatt "Ziffern- und Zeichen-AnzeigeRöhren" = Rö 53, in: Funktechnische Arbeitsblätter, 5.1967, 885f (885)

- Radio als Funktion der Radioröhre

- verschwindet mit Miniaturisierung der Elektronik von Röhre zu Transistor (parallel zur temporalen Temporalisierung, dem zunehmenden Zeitkritisch-Werden der Technik) die Physis-Ästhetik, nämlich die Anschaulichkeit, das haptische Verhältnis zur Elektrotechnik; Prozesse im Transistor vollends unanschaulich (nicht einmal mehr Kathodenglühen sichtbar und als Anheizezeit erfahrbar bis zum Hören und Sehen); reißt der Kontakt zur Elektrophysis ab, wird reine, unanschauliche Schaltung. Deren Macht aber steigt exponentiell und erzeugt Möglichkeiten, stundenlange Bewegtbildaufnahmen in einen winzigen Camcorder auf Mikrochip aufzuspeichern - neue Medienwelten (Programmierbarkeiten von Signalflüssen im Computer)

- Konsequenzen für Radio als Massenmedium zum Durchbruch: Audionempfänger mit Rückkopplung und NF-Verstärker

- Elektronenröhre als integrierte Schaltung: bes. der Loewe-Ortsempfänger von 1926, entwickelt u. a. von Manfred von Ardenne): hier befindet sich die gesamte Schaltung in der Dreifachröhre (mit Ausnahme des Drehkondensators, Netzschalter, Spule). "Es war das erste integrierte Schaltmodul der Welt" (Hans-Joachim Liesenfeld, Heiligenstadt).

- frühe Audion-Radios noch von der Reichs-Telegraphen-Verwaltung (RTV) genehmigt; in geschlossenem Gehäuse, verplompt, geliefert - das Gegenteil einer medienarchäologischen Radioanalyse

- Operettenspielfilm *Es lebe die Liebe* (mit Johannes Heesters), Ende 1944; darin das Lied "Mein Herz müßte ein Rundfunksender sein", Bühnenaufbau des "Innenlebens" eines Röhrenradios. Musiker sitzen *in* vergrößerten Elektronenröhren; im Hintergrund die Verdrahtung; Stimme des Sängers ertönt damit buchstäblich aus dem Apparat - wirkliches Medientheater

Die Epoche von Radio, medienarchäologisch quer gelesen

- endet mit dem Beginn von Radio als Massenmedium für Sprache, Hörspiel und Musik eine Epoche der Erforschung von *Funk*, die nicht schlicht eine technische Vorgeschichte des Radios darstellt, sondern seine epistemologische Alternative

- untersucht Heinrich Hertz die "Strahlen elektrischer Kraft" mit seiner notorischen Versuchsanordnung, gilt dies dem analytischen Nachweis der Triftigkeit von Maxwells mathematischer Behauptung, daß diese sich die Lichtstrahlen verhalten. Als Branly 1891 den Kohärer entdeckt, ist auch dies zunächst ein handgreiflicheres Nachweismittel für das Auftreffen elektrischer Strahlen, da in Hertz' Anordnung kleinste Fünkchen nur in nächster Nähe sichtbar sind. Erst mit Marconi wird die Sensibilität des Kohäres für elektrische Wellen zu Zwecken der drahtlosen Telegraphie aktiv umgedacht (1897), also von der Analyse zur Darstellung: "Der Strom

des Kohärenzkreises betreibt ein empfindliches Relais, mit dessen Hilfe <sic> ein Morse-Apparat in Thätigkeit gesetzt wird, der für jeden Funken auf der Sendestation einen Strich aufschreibt" = E. von Lommel, Lehrbuch der Experimentalphysik, Leipzig (Barth) 9. Neubearb. Aufl. 1902 [*1893], 568, und damit das Reich der beherrschten Physik ins Reich des Symbolischen überführt; Überführung physikalischer Medienphänomene ins Reich des Kultur (also des Symbolischen) und damit der Beginn ihres Massenmedienwerdens (und nicht schlicht physikalische Erdung / Masse) aus der Perspektive von 1902 nur eine Randnotiz - die Perspektive der medienarchäologischen Epoche (nicht medienhistorisch an Massenmedien orientiert); in demgleichen Werk die Diskussion des Nachbildeffekts im menschlichen Auge, ein Seitenaspekt des Kapitels "Licht"; nur am Rande der beiläufige Satz: "Durch den Kinematographen werden die Momentbilder in rascher Aufeinanderfolge auf einen Schirm projiziert" <ebd., 575>. Insofern ist solche Literatur, mit diesem Datums-Index, die medienarchäologisch naheliegendere; gilt selbst noch für *Radio bei Onkel Herbert*, veröffentlicht in der Franckh'schen Verlagsbuchhandlung Stuttgart 1924: nicht nur drahtlose Funkenübertragung zur Telegraphie, sondern schon Radio Programmmedium geworden, doch am Ende der eher elektro-physikalischen Einführung in Radio als Funkmedium stehen die "tönenden Funken" (also quasi-telephonische Sprach- und Musikübertragung) durch Hochfrequenzmaschinensender und die "singende Bogenlampe" von Duddel <94, 107>. Letztendlich zwar ein Wort über das amerikanische "Radiofieber" namens Broadcasting <183>, doch auch dies - und hier wird das medienarchäologische Plädoyer politisch - eher im Sinne Bertolt Brechts (und folgend Enzensbergers) für einen partizipativen Mediengebrauch, denn es wird deutlich unterschieden "zwischen Rundfunkempfänger und Funkfreunden" <187>

- Anamnese des Unhistorischen am Radio; Hauptdarsteller in diesem Medientheater die Elektronenröhre - ein epistemogenes Artefakt, das ebenso für optische Kathodenstrahlröhre, für akustisches Radio (Audion) wie für Triodenverschaltung als Kalkül steht (Computer vom Typ ENIAC)

- bevor Kommunikationsmedien unter Schwachstromtechnik fallen (Epoche der Elektronenröhre): Reginald A. Fessenden entwickelt aus der Starkstromtechnik bis 1908 mit Ernst F. W. Alexanderson von General Electric eine Hochfrequenzmaschine von 100 kKz zur Erzeugung (nahezu) ungedämpfter Wellen, erste öffentliche Sendung, 24. 12. 1906; erste offizielle Rundfunkstation erst 1920 in Pittsburgh

- "Eine andere Linie kann vom Telefon zum Rundfunk gezogen werden: Zur Werbung für diese Nachrichtemittel führt man seit dessen Entstehen Musikübertragungen aus Opernhäusern und Konzerstälenn in eigens dafür eingerichtete 'Telephon-Kabinette' durch. Ferner wurde 1895 das 'Drahtfunksystem' in Budapest mit 4195 Teilnehmern eröffnet. Es galt als Nachfolger des 'Telephon-Hirmondo', das Theodor Puskas zwei Jahre zuvor als 'sprechende Zeitung' eingerichtete hatte" = Oskar Blumtritt, Nachrichtentechnik. Sender, Empfänger, Übertragung, Vermittlung, 2. erw. Aufl. München (Deutsches Museum) 1997, 79

100 Jahre Radio?

- Altertümer im Medienmuseum vergangen oder gegenwärtig? Ihre Welt ist vergangen (Argument Heidegger), aber nicht ihre innerweltliche Zuhandenheit. Die innerweltliche Zuhandenheit von Radio vor 100 Jahren - wenn wir uns an diese Zeitvorgabe halten - weist punktgenau auf ein medienepistemisches Artefakt im Kern des Radios, die (damals neue) Elektronenröhre - ein elektrotechnisches Artefakt quer zu diversen Technologien

- Rede Albert Einstein, "Völkerverständigung als Aufgabe des Rundfunks", Berlin, Haus der Funkindustrie, 22. August 1930, zur Eröffnung der 7. Großen Deutschen Funkausstellung und Phonoschau: "Gedenket besonders auch Liebens, der in der elektrischen Ventilröhre ein unvergleichliches Spürorgan für elektrische Schwingungen erdachte, das sich zugleich als ideal einfaches Instrument zur Erzeugung elektrischer Schwingungen herausstellte." Wiener Robert von Lieben, der eine Telephonfabrik im mährischen Olmütz betreibt, erfindet die nach ihm benannte Elektronenröhre zu dem Ziel, die rasch schwächer werdenden elektrischen umgesetzten Signale in Telephonleitungen relaishaft zu verstärken; erreicht damit Distanzen bis 1000 Kilometer; Einleitung der Patentschrift definiert das Analoge elektrotechnischer Medien überhaupt: "Die vorliegende Erfindung bezweckt mittels Stromschwankungen kleiner Energie solche von großer Energie auszulösen, wobei Frequenz und Kurvenform der ausgelösten Stromschwankungen denen der auslösenden entsprechen"¹⁴⁷; Steuerung des Elektronenstroms erfolgte dabei von außen mittels eines Magnetfeldes (erst Lieben-Röhre von 1911 verfügt über ein Steuergitter); setzt de Forest 1912 (gleich Alexander Meißner) die Elektronenröhre zur Schwingungserzeugung als Oszillator ein und vervollkommnet damit die drahtlose Telephonie

- in metonymischer Verschiebung von Technikern auf Techniken noch einmal Einstein aus dergleichen Rede: "Gedenket dankbar des Heeres namenloser Techniker, welche die Instrumente des Radio-Verkehres so vereinfachten und der Massenfabrikation anpassten, dass sie jedermann zugänglich geworden sind. Sollen sich auch alle schämen, die gedankenlos sich der Wunder der Wissenschaft und Technik bedienen und nicht mehr davon geistig erfasst haben als die Kuh von der Botanik der Pflanzen, die sie mit Wohlbehagen frisst."

- ein Jahrhundert Radio; doch ist Radio je in einem historischen Zustand und nicht vielmehr in einem immer nur gegenwärtigen? Lisa Gitelman, *Always Already New: Media, History, and the Data of Culture*, Cambridge, MA: MIT Press, 2006, stellt die Frage nach der Temporalität von technischen Medien; Frage nach Sein und Zeit des Radios.

¹⁴⁷ Zitiert nach: Franz Pichler, *Telegrafie- und Telefonsysteme des 19. Jahrhunderts*, in: Edith Decker / Peter Weibel (Hg.), *Vom Verschwinden der Ferne. Telekommunikation und Kunst*, Köln (DuMont) 1990, 253-286 (281)

- sind Medienobjekte aus Vergangenheit reine Gegenwart, sobald sie funktionieren; analog Heidegger: "Im Museum aufbewahrte „Altertümer“ <...> gehören einer „vergangenen Zeit“ an und sind gleichwohl in der „Gegenwart“ vorhanden. Inwiefern ist dieses Zeug geschichtlich, wo es doch *noch nicht* vergangen ist? <...> Oder haben diese „Dinge“, obzwar sie heute noch vorhanden sind, doch „etwas Vergangenes“ „an sich“? *Sind* sie, die vorhandenen, denn noch, was sie waren? Offenbar haben sich die „Dinge“ verändert. Das Gerät ist „im Lauf der Zeit“ brüchig und wurmstichig geworden. <...> Was ist aber dann an dem Zeug vergangen? Was *waren* die „Dinge“, das sie heute nicht mehr sind? Sie sind doch noch das bestimmte Gebrauchszeug - aber außer Gebrauch. Allein gesetzt, sie stünden, wie viele Erbstücke im Hausrat, noch heute im Gebrauch, wären sie dann noch nicht geschichtlich? Ob im Gebrauch oder außer Gebrauch, sind sie gleichwohl nicht mehr, was sie waren. Was ist „vergangen“? Nichts anderes als die *Welt*, innerhalb deren sie, zu einem Zusammenhang gehörig, als Zuhandenes begegneten und von einem besorgenden, in-der-Welt-seienden Dasein gebraucht wurden. Die *Welt* ist nicht mehr. Das vormals *Innerweltliche* jener Welt aber ist noch vorhanden. <...> Welt *ist* nur in der Weise des *existierenden* Daseins, das als In-der-Welt-sein *faktisch* ist."¹⁴⁸

- fügt sich Radio nur scheinbar der Logik historischer Epochenbegriffe; tatsächlich unterläuft es dieselbe und setzt eine andere temporale Ökonomie. Wenn im Radio ein O-Ton aus der Vergangenheit läuft, ist die Historie daran kaum hörbar - wenn nicht diskursiv, in Worten, begleitend kontextualisiert. Was an Historizität hörbar ist, sind Aufnahmequalitäten (das Rauschen ehemaliger Wachszyylinder etwa, oder Schellackplatten) - ansonsten aber praktiziert Radio eine *gestauchte* Zeit (hinsichtlich unserer buchstäbliches Sinneswahrnehmung, sofern diese nicht von "historischem Sinn" überlagert wird, der kognitiv jedoch nicht dem Medium Radio entspricht, sondern der Logik textueller Historiographie); indexikalischer Bezug zur Vergangenheit im Radio-O-Ton (Thomas Levin, "Temporal Indexicality", in: Katalog CTRL-Space), doch dieser liegt in der Materialität der Technik selbst, oder im Tonfall der überlieferten Stimme, oder in der Wortwahl

- 1950er Jahre, als Lejaren Hiller zusammen mit Leonard Isaacson an der Universität von Illinois erstmals einen Computer für die Komposition eines Musikstücks programmierte, der "Illiac-Suite" für Streichquartett; realisierte Max Mathews in den Laboratorien der Bell Company erste synthetische Klänge mit digitaler Technik = www.computing-music.de

Nicht schlicht die Vorgeschichte, sondern die Alternative zum Massenmedium Radio

- Als Heinrich Hertz entdeckt, daß elektroamagnetische Wellen sich durch hochfrequente Erregung eines offenen Schwingkreises in den Raum ausbreiten, war die das Ergebnis einer Forschungsfrage; der historische

¹⁴⁸ Martin Heidegger, Sein und Zeit, Tübingen, 16. Aufl. 1986, 380

Rückblick erklärt es: Ansgar Häfner, Was Heinrich Hertz nicht für möglich gehalten hätte. Technische Folgen einer Entdeckung, in: ders. (Hg.), Heinrich Hertz. Eine Funkgeschichte, Frankfurt/M. (Deutsches Postmuseum) 1992, 127-132. Rundfunk meint zunächst gerade nicht Sprache und Musik, sondern Funkwellen zur drahtlosen Telegraphie, vor allem *radio telegraphy* im Schiffsfunk nach 1900. "Radio" wurde wortwörtlich genommen, um die physikalischen Eigenschaften elektromagnetischer Felder zu betonen: "die Radialwirkung der Wellen, das heißt ihre gleichmäßige Ausbreitung nach allen Seiten"¹⁴⁹.

- greift Guglielmo Marconi A. Popovs St. Petersburger Versuche mit einer Klingel (Kohärer) als Gewittermelder auf und kombiniert dies mit der Idee einer Sendeantenne; nicht mehr der natürliche Blitz, sondern der Mensch selbst nun der Sender, drahtlose Telegraphie. 1901 wird damit in "Anwendung elektromagnetischer Wellen für den Transport informativer Signale"¹⁵⁰ - Funktechnik - der Atlantik überbrückt;

- Valdemar Poulsens Verfahren, Telefongespräche durch Induktion auf einem sich abspulenden Draht elektromagnetisch aufzuzeichnen. Im Magnettondraht (und später dem Magnettonband) findet die elektromagnetische Funkenübertragung ihr kongeniales Speichermedium, ein Raum-Zeit-Kontinuum im elektromagnetischen Feld; darin gespeichert, läßt sich frühes Radio *in its own medium* (Elektromagnetismus) heute noch hören, im Unterschied zur epistemologisch fremden Aufzeichnung auf externen Schellackplatten

- "Um zu den Anfängen der drahtlosen Übertragung von Sprache und Musik zu gelangen, müssen wir uns von den Funkenstrecken der ersten Sender trennen. Sie erzeugten nur gedämpfte, impulsförmige Wellen" - also Signale - "und waren nicht in der Lage, Töne und Klänge zum Empfänger zu transportieren" <Pfau 2000: 13> - weshalb Heinrich Hertz bei seinen Versuchen nicht schon telephonisches Radio visionieren wollte

- in Amerika schaltet Röhre durch zu Masenmedium, während sie in Alteuropa ein epistemisches Ding *der* und *zur* Erforschung - bleibt (These Hagen)

- kein Röhrensender oder Verstärkerröhre; frühes Radio zunächst eine Extension der für Telegraphiezwecke entwickelten Löschfunken- und Maschinensender, näher am Morse-Code also als an der Telephonie; eher "noch" digital, bevor die Digitalität als Modulation durch PCM wieder eintritt. Die von der AEG hergestellte, mit Quecksilberdampf gefüllte Lieben-Röhre in Serie wird zunächst als Verstärkerrohe im Fernsprechverkehr eingesetzt; Dispositiv läßt sich als "drahtlose

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

150 Hagen Pfau, in: Steffen Lieberwirth (Hg.), Mitteldeutscher Rundfunk. Radio-Geschichten, Altenburg (Kamprad) 2000, 10

Telephonie" zwar für kodierte Sprachübermittlung einsetzen, nicht aber für Musik, die eine andere Sonosphäre eröffnet und eine andere Technosphäre fordert

- Gegenteil von Mikroelektronik die Telefunken-Hochfrequenzmaschine mit einer Frequenz von 10kHz von 1912, die auf 170kHz hochtransformiert werden kann und 1913 Telephonie-Versuche aus Königs Wusterhausen bis nach Wien ermöglicht; mechanische Grenzen dieser Wellenerzeugung erzwingen Paradigmenwechsel ins Feld der nahezu trägheitslosen Elektronik, das Reich des steuerbaren Elektronenflusses im luftleeren Raum

- "Die Wellen, welche von einer Röhre ausgestrahlt werden, sind ganz anderer Natur als die der Funkenstrecke. Diese kommen ruckweise und klingen jedesmal wieder ab, sind `gedämpft`, während die Röhre" - als Audionschaltung - "gleichmäßig und stetig abstrahlt; sie sind `ungedämpft`" <Illing o. J.: 53>. Es werden nicht mehr elektromagnetische Funken *als* kodierte Information gesendet (Morsecode), sondern sie selbst bilden ein hochfrequentes Medium, über das dann niederfrequente Signale (Sprache, Musik) geschickt werden

- weist Heinrich Hertz mit seiner im Deutschen Museum original überlieferten Experimentalanordnung in den 80er Jahren des 19. Jahrhunderts durch einen Polarisationsfilter nach, daß sich von Funken erzeugte elektromagnetische Wellen durch einen luftigen Zwischenraum prinzipiell wie Lichtwellen verhalten; dies nicht der Anfang von Radio als Massenmedium (*volens volens* setzte er damit die Möglichkeitsbedingung für drahtlose Signalübertragung), sondern der Endpunkt einer Frage angewandter Medientheorie - eine Eskalation der aristotelischen Medientheorie, nämlich der Frage nach dem *Dazwischen (to metaxy)*¹⁵¹; war Hertz' Experiment als meßmedientechnische Verifikation gedacht, nämlich als der empirische Nachweis eines seinerseits theoriegeborenen Gedankens (*mathesis*), Clerke Maxwells mathematische Berechnung des von Michael Faraday entdeckten elektromagnetischen Feldes, nachdem ebenso zufällig wie unzufällig die surrealistische Nähe einer Magnetrnadel auf dem Experimentiertisch in Oesteds Vorlesung beim Durchleiten eines Stromstoßes durch einen Draht dessen Ablenkung gezeitigt hatte. Das Labor als Medientheater erzeugt epistemische Dinge.¹⁵² Faraday sucht diesem Phänomen experimentell auf die Spur zu kommen; tatsächlich stellt Faraday mit dem Neologismus eines elektromagnetischen "Feldes" (womit er zumindest semantisch, wenn nicht mathematisch den von ihm experimentell entdeckten Effekt elektromagnetischer Induktion in den Griff bekam) den Begriff von Medien auf eine epistemologisch neuartige Basis. Aus dieser Perspektive ist die Elektronenröhre von 1906 (von Lieben, deForrest) vielmehr ein Endpunkt von 100 Jahren Radio-als-

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

152 Hans-Jörg Rheinberger, xxx

Strahlenanalyse, und schlägt erst dann um zur Geburt von 100 Jahren Radio-als-Sendung.

- unterscheiden sich die Röhren von de Forest und von Liebens, die zumeist in einem Atemzug (das Jahre 1906) als Erfinder der steuerbaren Elektronenröhre genannte werden: mit de Forest-Röhre besser (Sprache) verstehen (favorisiert also Telephonie; dagegen von Lieben-Röhre: Verstärkerfunktion (will Verzerrung bei Telegraphie mindern), anderer techno-logischer Anschluß

- 1900 R. A. Fessenden in den USA mit einem Maschinensender Sprechversuche; 24. Dezember 1906 nimmt er mit einer Reichweite von 100km ein Rundfunkprogramm auf. Mit dem "tönenden Lichtbogen" von W. Duddell betreibt V. Poulsen ab 1906 einen Löschfunksender für Telephonie. Bis dahin - so nicht nur eine andere historische, sondern vor allem epistemisch-medienarchäologische Epoche - ist vor allem der zeitkritische Bereich - die Frequenzen selbst - die Botschaft des Mediums ("Funk" statt "Radio"). Entscheidend die Eskalation der Verstärkerröhre, sobald sie zur Rückkopplung begabt wird - A. Meissner (1913); Audion- und Verstärkerröhre machen Radio danach massenhaft möglich

- ist in der Rückkopplung ein Spezialfall angelegt: "Zu erzählen wäre etwa die dramatische Geschichte, wie Elektronenröhren seit 1920 mühsam dazu gebracht worden sind, ihre Eingangssignale nicht mehr einfach und das heißt analog zu verstärken, sondern vielmehr zu zählen und das heißt in digitalen Ziffern auszugeben" = Kittler, Hardware, in: Lab; kann die Röhre - vormals Durchgangsmedium für Elektronen- und Radioströme -, geschaltet zu zweit als Eccles-Jordan-Trigger ("Trigger Relay", 1919), als in sich rückgekoppelter Schaltkreis zwei *stabile* Zustände annehmen und damit selbst als Speicher für eine Binärstelle dienen¹⁵³

- 27. April 1918 berichtet Michail Alexandrovich Bonch-Bruyewitch vor der Russischen Gesellschaft der Radio-Ingenieure über den von ihm (erstmal) erfundenen vollelektronischen Flip-Flop; publiziert in *Wireless Telegraph and Telephone Engineering* [russ. Zeitschrift, St. Petersburg]; introduced term "cathode relay" for a single valve circuit (prototype of the valve triode); "combined characteristics of cathode relays" means a more complicated circuit, namely a combination of two "relays" (electron valves), actually the first flip-flop (electronic trigger)"

Die Radioröhre

- machte Erfindung des Röhrenverstärkers 1906 und dessen Anwendung in der Elektroakustik kleinste Spannungsunterschiede hör- und damit messbar; konnte der Mensch selbst in völlig neuer Weise in technische Schaltordnungen integriert werden: "Zunächst als Versuchsobjekt der

¹⁵³ Johannes Arnold, Abenteuer mit Flipflop, Halle 1970, 16; in diesem Sinne auch Bernhard Siegert, Passagen des Digitalen, Berlin (Brinkmann & Bose) 2003, 405

Sprachforscher, Ohrenärzte und Ausdruckspsychologen, dann aber immer mehr auch als Instrument zur Optimierung der Apparate: Der Proband findet seine Verwendung als Schaltelement; die Technik adressiert und informiert auf dem Umweg über den Menschen nur noch sich selbst. <...> Vielleicht müssen wir uns selbst endlich als Medien begreifen lernen, die von technischen Apparaturen zur Schließung ihres Stromkreises verwendet werden" = Richard Kämmerlings, In der Villa Kunterbunt, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 303 v. 29 Dezember 1999, 46 (unter Bezug auf die Forschungen von Stefan Rieger, Köln

- de Forrest-Röhre: besser (Sprache) verstehen (favorisiert Telephonie respektive Radio); dagegen Lieben-Röhre: Verstärkerfunktion (will Verzerrung bei Telegraphie mindern), anderer techno-logischer Anschluß

Die Elektronenröhre als Masse(n)medium: Radiokultur (Sender / Empfänger)

- Audion-Röhrenschaltung; Sperrkreis: soll Sender trennen / filtern

- KW-Sendung von Radio über Ionosphäre (Erdumhüllung als Makro-Elektronenröhre); Ionosphäre / Kurzwellen(radio)ausbreitung als makrokosmisches Korrelat zum Geschehen *in* der Elektronenröhre - wofür Röhrenradios selbst am Empfänglichsten waren; Resonanzen von Schwingungen der elektromagnetischen Prozesse intern (im Vakuum der Röhre) / extern (in der Welt der Ionosphäre)

- Digitalisierung der einzige Weg in die Zukunft des Radios? "DAB-Format" nur noch Format des computerprozessierten Signals, nicht mehr eigenständige Medientechnologie. Digital Audio Broadcasting (DAB), entwickelt als Nachfolge von UKW, aber weiter über Antenne ausgestrahlt, also "Radio" im ursprünglichen elektrophysikalischen Sinn. DAB bedarf nicht mehr für jeden Sender eine eigene Frequenz, weil keine Frequenzen mehr, sondern Impulse übertragen werden, Datenstöße; im Inneren des Empfänger zwar wieder klassische Ströme, doch Mathematisierung der Radioelektronik

- medienarchäologisches Gegenstück dieses Ausblicks: Ermöglichung des Radios; lassen sich Schaltungen wie das Audion in wenigen Sätzen beschreiben; Kappelmayer 1934, 86 f.; blitzt medienepistemischer Funke erst an analytisch scharf identifizierten Detail auf; Kurzschluß von Medientheorie und Elektrotechnik, spezifisch gegenüber musealer Objektbetrachtung: dynamische Vorgänge, also Medienereignisse *im Vollzug* durchdringen und danach konstruieren; Audion-Schaltung als ein medienepistemisches Ding herausarbeiten und damit von anderen, irrelevanten Bauteilen unterscheiden: "Das Audion ist in jedem Gerät <...> die wichtigste und kritischste Stufe im ganzen Empfänger" <86>

- Drehkondensator für Empfangseinstellung im Radio, Sonderform "Differenzial-Drehkondensator"; quasi Analog"rechner"

- einmal Radio für Baster (offen), einmal als Massenmedium verkleidet; Medienkompetenz als Eingriff, begrifflich wie praktisch

- sonische Entdeckung des Audion: "Der Empfänger wird vorsichtig geöffnet und ein Netzstecker vom Bügeleisen eingesteckt, um den Empfänger auch bei geöffnetem Kasten in Betrieb bringen zu können. - Vorsicht! Keine blanken Teile berühren, da sie jetzt Spannungen führen! - Dann klopfe ich die Röhren nacheinander mit dem Finger sanft auf den Glasballon und höre dabei im Lautsprecher, bei welcher Röhre das stärkste Klingen auftritt. Das ist dann die Audionröhre" = Kappelmayer 1934: 87; das Audion die wichtigste Stufe im Empfänger; nicht singuläre Elektronenröhre, sondern als Teil der Audion-Schaltung) als "Seele des Ganzen" = ebd.

- Schema Rückkopplung; Empfänger wird potentiell zum Sender; ausdrücklicher Hinweis, daß "das Stören verboten ist" (87); demgegenüber zu forschenden Zwecken damit experimentieren. "Von einer bestimmten Stelle ab fließt" - bei Rückkopplung von Anode zu Gitter - "soviel Energie aus dem Anodenkreis in den Gitterkreis zurück, daß letztere überhaupt nicht mehr den Schwingungen aus der Antenne folgt, sondern dauernd in Eigenschwingungen bleibt, ein Vorgang, den man 'senden' nennt" = 87; Bertolt Brecht, "Radiotheorie"; Enzensberger

- "Anschwingen"; Schallwellen des Lautsprechers schlagen auf Audionröhre und erzeugen damit NF-Schwingung, hörbaren Ton = 87

100 Jahre Radioröhre

- läßt sich keine Entwicklungsgeschichte der Elektronenröhre schreiben, weil sie keine Geschichte hat, sondern gerade zu Beginn (*en arché*) eher eine experimentelle Serie bildet (Simondon 1958); gilt für technologische Archäologie gerade der Defekt als Index des Realen; die Röhre ein Dispositiv, demgegenüber ihre konkreten Realisierungen / Ausdifferenzierungen (Radio, Fernsehen, Computer) Abweichungen

- Elektronenröhre medienepistemisches Ding, insofern sie gleichzeitig konkret (in ihrer Materialität und Elektrotechnik) wie paradigmatisch ist. Was bei Edison noch konkretes Artefakt ist (die Glühbirne), wird bei de Forest als Elektronenröhre nicht mehr als Objekt skizziert, sondern als technische Schaltung - ins Symbolische übergehend

- "integrierte Schaltung" der Dreifachröhre Loewe/Ardenne; erst als nicht mehr handverdrahtete, sondern "flache", weil lithographisch geätzte Schaltung wird sie computerwirksam

- überlebt Elektronenröhre ihr eigenes Ende; Transistor ebenso ein Halbleiter mit "röhrenähnlicher Relaiswirkung"; "auch in ihm wird die Bewegung der Ladungsträger - zwar nicht wie bei der Röhre im Hochvakuum, sondern in einer festen Substanz - gemäß den Schwingungen gesteuert. Dabei konnte die aufwendige Glühkathode

entfallen und somit die Miniaturisierung des Verstärkers vorangetrieben werden" <Römer 1996>

- vollzieht sich phasenverschoben am Computer: erst elektromechanische Relais (Konrad Zuses "Z1"), dann röhrenbetriebener Computer (ENIAC); konstruiert Heinz Zemanek 1958 das *Mailüfterl*, einen Transistorrechner, fast zeitgleich durch die Patentierung der ersten integrierten Schaltung überflügelt - Halbleiterplättchen, auf dem mehrere Transistoren, Widerstände und Kondensatoren angebracht (Chip)

- resultiert aus den Geräten der Grundlagenversuche von Heinrich Hertz zunächst die drahtlose Telegraphie - die auf Seiten der kodierten, insofern "digitalen" Kommunikation steht

- Welt-Funk-Konferenz Berlin 1906 regelt Umgang mit Funk, doch erst mit der Einführung der Röhren-Technik tritt an die Stelle der Morsezeichen die menschliche Stimme /Musik; Radio die Funktion einer technologische Eskalation

- setzt Marconi im Wettbewerb um das Monopol im Seefunkbetrieb (1905 Konkurrenz Telefunken) eine gleichrichtende Vakuum-Röhre (Diode) als Detektor im Empfänger ein, patentiert von seinem Ingenieur John Ambrose Fleming (1904) in Anlehnung an den Edison-Effekt an Glühbirnen; hatte Edison einen zusätzlich Draht eingelötet, um dem von ihm bemerkten auftretenden bläulichen Licht in der Birne auf die Spur zu kommen. Insofern Strom vom Glühfaden zu einer weiteren eingeschlossenen Elektrode fließt, wenngleich keine direkte Verbindung herrscht, wird Stromfluß buchstäblich "wireless"; in Patentschrift von 1884 *Eine Erscheinung der Edisonlampe* beschreibt Edison, daß der Strom durch das Vakuum "ohne Drähte" fließt; passiv interpretierter Effekt wird von Fleming aktiv als Option zur Gleichrichtung von HF-Strom umgedeutet, damit als Radiodetektor (Empfänger) alternativ zum Bleikristall einsetzbar; fügt Lee de Forest dieser Röhre 1907 eine dritte Elektrode hinzu (Triode)

- Spannungssteuerung der Triode durch ein Gitter (als Elektrode); Modifikation von McLuhans Einteilung in elektrischer Lichtquelle als a) Beleuchtung (Edisons Erfindung, die Glühlampe) und b) als Information (Blinkzeichen, Morse-Code); in mediengenealogischer Inversion kommt Licht in der Glühkathodenröhre zur Stromsteuerung zum Einsatz

Die Elektronenröhre, das Lichtradio

- Schottkys Tetrode (1916) erste Form eines integrierten Schaltkreises; Loewe-Dreifachröhre 3NF (1926), zentrales Bauteil des IOrtsempfängers (OE), der aufgrund seines niedrigen Preises dem privaten Radio zum Durchbruch verhilft; entwickeln von Loewe / von Ardenne Röhrenverbund mit Widerständen und Kondensatoren als integrierte Widerstandskopplungsschaltung in *einem* Glasrohr zusammengefaßt; wandert genau diese Struktur vom Radio in den Computer; integrierte Schaltung im Computer (Konzept 1959); fällt Verdrahtung im

dreidimensionalen Raum zugunsten des zweidimensionalen lithographischen Verfahrens fort

- ereignet sich Sprache "in einem Frequenzbereich, der weit unterhalb jenes Bereichs liegt, der mit elektischen Senders in den freien Raum abgestrahlt werden kann" = Häfner (Hg.) 1991: 58; muß also als Signal in den Hochfrequenzbereich übersetzt werden / als Modulation einem HF-Signal aufgeprägt, eine abstrahlfähige hochfrequente Schwingung von einer durch Sprache erzeugten niederirgen Frequenz *gesteuert*; erst dann Sprache (anders als in der Kulturtechnik Sprachartikulation) sendfähig; von Lee de Forest erfundene Triode und sogleich durch Robert von Lieben fortentwickelte *steuerbare* Glühkathoden-Röhre erlaubt Erzeugung hochfrequenter Schwingungen und zugleich Verstärkung modulierter Ströme als Möglichkeitsbedingung von Amplitudenmodulation; fortan "funken ohne Funken" (Ferdinand Braun in seiner Nobelansprache 1909)

- Steuerbarkeit (Kybernetik) Kerndefinition von "Elektronik" gergenüber der schiereren energetischen Elektrizität

- William Duddles Musikinstrument rein elektrisch

- Entwicklung elektromagnetischer Lautsprecher

- Lichtbogen "zum Singen" bringen; Verwendung der Selenzelle in der Lichttelephonie; konstruiert Bell 1880 ein Photophon, vermag ohne Drahtleitung Gesopräch 200 m weit zu übertragen; zur Steigerung der Lichtintensität der "sprechende Flammenbogen" von Th. Simon (1898). "Die beim Sprechen gegen das Mikrophon entstehenden Intensitätsänderung des elektrischen Stromes sind imstande, durch induktive Übertragung auf eien Bogenlichtstromkreis in diesem entsprechende Veränderungen hervorzurufen, welche den außerordentlich empfindlichen Flammenbogen zu Lichtintensitätsänderungen und zur Wiedergabe der in das Mikrophon gesprochenen Worte bringen"¹⁵⁴; Schaltungsschema für diese Anordnung <ebd., Fig. 80> entspricht dem Hertzschen Versuchsaufbau

- Wirkung des Lichtes auf Leitfähigkeit des Selens ist ein Resonanzphänomen: "Durch Licht bestimmter Periode werden diejenigen Elektronen, deren Eigenperiode mit der Periode des erregenden Lichtes übereinstimmt, zum Mitschwingen angeregt und in fortschreitende Bewegung versetzt." <Ries 1913: 125

Rundfunksignale - als elektromagnetische Wellen - in physikalischer Hinsicht gleich Lichtwellen, quasioptische Wellenausbreitung; entwickelte Christiaan Huygens seine Licht*wellen*theorei (gegen Newtons Korpuskularversion) analog zu seinen Analysen der Schallwellen

154 Chr. Ries, Die elektrischen Eigenschaften und die Bedeutung des Selens für die Elektrotechnik, 2. Aufl. Berlin (Der Mechaniker) 1913, 147

- meldet von Lieben sein Patent auf eine "Verstärkerröhre" an (erteilt März 1906); funktionalisiert die Tatsache, daß darin ein ungleich stärkerer Strom fließt als der von der Antenne im Funkverkehr aufgefangene, und sich dieser Strom durch einen seitlich angebrachten Magneten ablenken und so kontinuierlich verändern läßt: Kathodenstrahl-Relais; in Nam June Paiks Magnetablenkung von TV-Bildern ein ästhetisches *re-entry*; magnetische Ablenkung später durch eine elektrostatisch wirkende perforierte Metallscheibe ersetzt; Steuergitter stammt von de Forest - dem es aber nicht um die Verstärkung schwacher Signale, sondern um die Demodulierung von Funkwellen geht; sein Röhrenaudio ein elektrostatischer Detektor.¹⁵⁵ "Legt man also die vom Detektor gleichgerichteten Schwingungen auf das Gitter einer Radioröhre und steuert mit diesen Impulsen den zur Anode fließenden Strom <...>, dann lassen sich im Kopfhörer die drahtlosen Zeichen viel deutlicher wahrnehmen" = Walter Illing, Langer Weg zur kurzen Welle, xxx (Jugendbuchverlag Ernst Wunderlich), o. J., 51

- 1907 de Forest mit weiterem Patent, daß sich die Röhre nicht nur als Verstärker nutzen läßt, sondern wie Kristalldetektor, der elektrische Schwingungen gleichrichtet und damit im NF-Bereich hörbar werden läßt, Geburt der "Audionschaltung"; ihr Wesen kein rein elektrisches mehr, sondern ein kybernetisches: die Rückkopplung. "Der Witz bei der Sache ist, daß die bereits durch das Audion gegenangenen Radiowellen noch einmal auf den Eingangskreis `zurückgekoppelt` werden und diesen in einem für den Empfang günstigen Sinne beeinflussen" <ebd., 52>. 1913 Meißners Rückkoppelschaltung; der im Anodenkreis schwingende Strom wirkt auf den Gitterkreis zurück; Rückkopplung schaukelt sich solange auf, bis "der gesamte Anodenstrom im Rhythmus der ankommenden Wellen pulst" <53>; geraten Anoden- und Gitterkreis des Audions in Resonanz - "Musik" schon vor allem akustischen Einsatz; vermag die Radioröhre nicht nur den Empfang zu verbessern, "sondern selbst Schwingungen in den Äther" zu senden <ebd.>

- Elektronenröhre im Computer-Einsatz ein Moment, "wo das Zusammenspiel von Bedeutung, Materialität und Kodierung zu einem Tanz wird" (Paul de Marinis, Firebirds and Tongues of Fire, singuhr-hörgalerie in der Parochialkirche Berlin, Juni - August 2004)

- erläutert Aufsatz von 1930 "Über die Frequenz der Barkhausenschwingungen" Einfluß des Emissionsstromes bzw. der Heizung, den Einfluß der Amplitude und den des angekoppelten Schwingungskreises; in einem 2. Teil werden diese Einflüsse "mathematische formuliert und quantitativ mit Versuchen verglichen" = H. G. Möller, Über die Frequenz der Barkhausenschwingungen, in: E.N.T. 1930, Heft 11, 411-419 (411); Mathematisierung der Röhre, nach dem Vorbild von James Clerk Maxwell (mathematische Feldgleichungen) und ihrer experimentellen Verifikation durch Heinrich Hertz (im Auftrag Hermann von Helmholtz'). "In gleichen Zeitabständen vom Glühdrahte

¹⁵⁵ Claus Römer, "... gedenkte besonders auch Liebens". vor 90 Jahren wurde in Wien die Elektronenröhre erfunden, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung v. 19. März 1996

abfliegende und gleiche Pendelungen ausführende Elektronen führen zu einem stationären Strömungs- und Raumladungszustand, der keine Barkhausenschwingen erregen kann. Wir müssen zunächst den Mechanismus kennen, nach dem sich die Elektronen `zu gemeinsamen Tänze ordnen´." <ebd.> Grundgedanke der Selbsterregung: "Wir nehmen eine Ausgangsschwingung an, berechnen die durch sie veranlaßte Veränderung in der Elektronenbewegung und überlegen, ob die veränderte Elektronenbewegung geeignet ist, die Ausgangsschwingung aufrechtzuerhalten oder anzufachen" <411>

- Zwischenspiel der Kathodenstrahlröhre als Speichermedium im elektronischen Computer, sogenannte Williams-Röhre, in doppelter Funktion sowohl intern und verborgen (reine Zwischenspeicherfunktion) wie als oszillographisches Kontrollgerät, als Interface für die Programmierer; damit - vor der Epoche der regulären Computerterminals - Einblick in die Korrektheit eingegebener Programme. "Immediately the spots on the display tube entered a mad dance" (Williams); dieser Tanz am Anfang der Totentanz des Programms , das ohne Fehlermeldung abstürzte. "But one day it stopped and there, shining brightly in the expected place, was the expected answer. It was a moment to remember" = Williams 1974

- 21. Jh. im Zeichen der drahtlosen Radiotechnologien sowohl als Träger der Kommunikation zwischen Personen (Mobiltelefonie) wie auch der Datenübertragung (Satelliten, WLAN); kehrt technisches Prinzip Radio nach Ende des analogen Rundfunks wieder ein; elektromagnetisches Spektrum steht zur kommunikationstechnischen Verhandlung Nicht Radio findet sein ursprüngliches Potential zurück, sondern das in Information verwandelte Radio; immer noch elektromagnetische Wellen, die den Äther durchpulsen, doch als digitalisierte Signale, für klassischen Radioempfänger unhörbar; nicht nichts, aber auch nicht viel mehr als Rauschen - kodierte Signale, nicht rechenbar für Analogtechnik

Eine neue Kultur des Rauschens: Röhren mit Wiener

- sollte Digital Radio Mondiale, konzipiert 1996 für die Übertragung digitaler Rundfunksendungen im Frequenzbereich bis 30 MHz, Rundfunk auf Lang-, Mittel- und Kurzwelle revolutionieren: "Das digital arbeitende DRM-Verfahren bietet dem Hörer <...> Vorteile gegenüber dem bisherigen, sehr störungsanfälligen analogen AM-Rundfunk"; "mit DRM hören <...> starkes Rauschen und Schwunderscheinungen der Vergangenheit an"¹⁵⁶.

- "Auf Kurzwelle wird man <...> mit Schwund-Erscheinungen, so genanntem Fading, konfrontiert. Darunter versteht man die Feldstärke-Schwankungen am Empfänger. Fading entsteht, wenn das Signal auf zwei oder mehreren Wegen das Zielgebiet erreicht. Durch die unterschiedlichen Laufzeiten werden Phasenungleichheiten hervorgerufen, wobei die Signale der einzelnen Pfade einander aufheben können. Schwund-Erscheinungen

¹⁵⁶ Thomas Riegler, DRM. Digital Radio Mondiale. Theorie und Empfangspraxis, Baden-Baden (Siebel) 2006, 9 u. 13

können wenige Millisekunden bis mehrere Sekunden betragen" = Riegler 2006: 15; damit Kurzwellenradio, anders wahrgenommen, eine Sonifikation zeitkritischer Prozesse in der Nachrichtenübertragung. Solange das Signal-Rausch-Verhältnis den Mindestempfangspegel nicht unterschreitet, kann das DRM-Programm einwandfrei empfangen werden. Sinkt der Nutzsignalpegel unter den Mindestwert, verstummt der Lautsprecher: "Während es beim analogen Rundfunk möglich ist, sehr schwache und gestörte Signale auch außerhalb des Zielgebiets aufzunehmen, ist das bei digitalen Sendungen nicht mehr im bislang gekannten Ausmaß möglich" <Riegler 2006: 16>. Eine ganze Radio-Kultur der phantasmatischen Unentscheidbarkeit zwischen Zeichen und Signal, absichtsvoller Kommunikation aus fernen Welten oder schlichtem Spiel der elektromagnetischen Kultur geht verloren. "Analoger Rundfunk kennt unendlich viele Betriebszustände zwischen einwandfreiem und gar keinem Empfang"- eine infinitesimale Skala, Kennzeichen des Analogen. "Manchmal lauern Freaks Jahre auf seltene, kaum wahrnehmbare Restsignale von einer kleinen Pazifikinsel". An die Stelle von angestrengtem Lauschen mit dem Kopfhörer auf der Suche nach noch verständlichen und identifizierbaren Inhalten <Riegler 2006: 41> tritt das Argument des störungsfreien Hörgenusses auf DRM: "Für die Sende-Ingenieure gilt es dabei, die Signale millisekundengenau zu synchronisieren" <ebd., 44> - zeitkritische Gewalt; Abbildung des Spektrums einer DRM-Sendung am PC zeigt es: "Das DRM-Signal des Bayerischen Rundfunks auf 6.085 kHz erkannte man am analogen Träger, der aus dem DRM-Datenpaket herausragt. Man arbeitet daran, auch ihn noch zu unterdrücken" = Abb. ebd., 60 - wo doch diese Säule das Mahnmal ist, nicht zu vergessen, daß auch digitale Übertragung nach wie vor auf physikalischen, insofern "analogen" Grundlagen beruht; das Digitale eine Frage der Kodierung / der Information

- "Es wird mit DRM <...> nicht mehr machbar sein, durch geschickte Bedienung des Empfängers und der Zusatzgeräte ein schwaches und gestörtes Signal doch noch über die Schwelle zwischen unbrauchbar und berichtsreif zu heben" <17> - die Schwelle zwischen Hermeneutik und reiner Signalverarbeitung, zwischen Kommunikation und medienarchäologischem Prozeß.

- läßt klassischer KW-Empfang es vorkommen, daß zwei Sender auf der gleichen Frequenz empfangen werden. "Konnte man beim analogen AM-Rundfunk ein Gewirr aus beiden Stationen hören, bei der mit etwas Hörerfahrung auch das schwächere Signal verfolgt werden konnte, so bringt uns das DRM-Radio nur das stärkere Signal zu Gehör. Allerdings aber auch nur dann, wenn ein ausreichender Signal/Rauschabstand gegeben ist." <17>

- wird digitaler Kurzwellenempfang zur Guillotine, zur Zensur der Sendung auf elementarer Ebene. Nicht nur eine Frage von mehr oder weniger Klangqualität; steht eine ganze Ästhetik im Umgang mit Rauschen auf dem Spiel; wird die Störung tatsächlich wieder als reine Störung empfunden und nicht - wie von Shannons Nachrichtentheorie und Wieners Ästhetik vorgegeben - als gleichrangiger Parameter im Informationsgewinn

- war es das Rauschen und Flimmern der Elektronen in der Vakuumröhre, die Norbert Wiener dazu anregten, es mit dem vertrauten Phänomen der Braunschen Molekularbewegung (etwa von Blütenpollen) und der Thermodynamik (Gasteilchen) gleichzusetzen, um diese Unordnung und Zufälligkeit nicht mehr nur elektromagnetisch-kybernetisch (Gitterröhrensteuerung als "Elektronik"), sondern vor allem mathematisch in den Griff zu bekommen; P. R. Masani, Norbert Wiener 1894-1964, Basel / Boston / Berlin (Birkhäuser) 1990, bes. 78ff (über das Lebesgue-Integral für irreguläre Bewegungen)

- Tondokument Phonogrammarchiv Wien, Signatur Ph 887: "Ich glaube, daß die Originalaufnahmen ganz gut ausfallen werden, bezweifle aber sehr, ob das Kopieren wirklich ... [gelingen wird]" = Ludwig Boltzmann, Begründer der statistischen Physik. Seine Entropieformel lautet $S = k * \log W$, gemeißelt in den Grabstein auf dem Wiener Zentralfriedhof, Abb. http://de.wikipedia.org/wiki/Ludwig_Boltzmann; Zugriff 8-12-2006; eigene Vergänglichkeit damit nicht als allegorische Figur, sondern als präzise Formulierung sagend: Boltzmann-Formel

- Transkription von Boltzmann phonographischer Sprechprobe zeigt das Verrauschen der Stimme an, als solle die von ihm physikalisch definierte Entropie thermodynamischer Systeme sich hier durch ihn sprechen; noch entropischer ein phonographisches Dokument des Tonkünstlers, Pianisten und Komponisten Ignaz Brüll, Tondokument Phonogrammarchiv Wien, Ph 213: "Vieles, was jetzt modérn ist, wird bald módern."

- begriff Newton, "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 zum Teilchencharakter 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; Photonenstrom aber ergießt sich nicht in regelmäßigen Intervallen, sondern statistisch verteilt, was sich bei extremer Lichtbündelung (Lasertechnologie) bemerkbar macht: "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 und Newtons Klassische Physik gleichzeitig dementiert. "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, nonlineare Zeitreihen vorherzusagen, um gegnerische Kampfflugzeuge vor ihrem Ziel artilleristisch vorgreifend abschießen zu können; entwickelt 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; dieses Rauschen aus dem Radio, konkret: aus der Elektronenröhre vertraut

- "In the mid 1920s Wiener became conscious of the then discovered *shot effect* (Schroteffekt) in electrical amplification. Einstein had surmised that thermal agitation of electrons in a conductor would give rise to random fluctuations of the voltage difference between the terminals, and in 1918 W. Schottky had worked out the effect this would produce in amplifiers. But this effect ("tube noise") was too small to be detected by the instruments then available. The predicted shot effect was experimentally verified only around 1927 when valve amplification became possible."¹⁵⁷ Dazu Wiener: "This shot effect not only was similar in its origin to the Brownian motion, for it was a result of the discreteness of the universe, but had essentially the same mathematical theory."¹⁵⁸ Später nimmt A. N. Kolmogorov im Vorwort seiner Monographie *Foundations of the Theory of Probability* (Original 1933; engl: New York 1950) zum Problem der *probability distributions in infinite dimensionale spaces* ausdrücklich Bezug auf Wiener Studien - solche Probleme "arose, of necessity, from some perfectly concrete physical problems."

- Elektronenröhre aus Sicht Wieners eine Leibnizsche Macro-Monade. Obgleich Leibniz "abjured the vacuum and all action at a distance", behauptete er dennoch die Existenz von wahrnehmungsfähigen Monaden; "it does not require much imagination to see an analogy between this mirroring activity of the monad <...> and the modern view in which the chief activity of the electrons consists in radiating to one another"¹⁵⁹

- schlägt Wiener, um Prozesse wie partielle Differentialgleichungen (zu Kriegszwecken) rechtzeitig lösen zu können, gegenüber dem analogen Computer (V. Bush) einen *high-speed electronic special purpose computer* vor, basierend auf Röhrentechnologie. Sein Modell: "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 of recording, operation, and reading quantities or numbers*"¹⁶⁰; kann Geschwindigkeit der Elektronen nur mit Elektronenröhren approximiert werden; erreicht wird sie aber erst mit dem Ende der Elektronenröhre: dem Transistorrechner, unanfälliger für Temperaturschwankungen und Störungen

- "Für einen störungsfreien DRM-Empfang ist ein guter Signal-Rauschabstand nötig. Dieser muss auch bei Schwunderscheinungen über

157 P. R. Masani, Norbert Wiener 1894-1964, Basel / Boston / Berlin (Birkhäuser) 1990, 85, unter Bezug auf: Norbert Wiener, The harmonic analysis of irregular motion (Second Paper), in: J. Math. and Phys. 5 (1926), 99-121, § 6

158 Norbert Wiener, I Am a Mathematician. The Later Life of a Prodigy, New York (Doubleday) 1956, 40

159 Norbert Wiener, Back to Leibniz! (Physics reoccupies an abandoned position), in: Tech. Rev. 34 (1932), 201ff. 222, 224 (202)

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

dem Mindestsignalpegel bleiben. Die durch das Fading auf Kurzwelle verursachten Verzögerungen des Signals müssen vom Schutzintervall ausgeglichen werden können. Das Schutzintervall besagt, dass Nutzsignale innerhalb eines einige Millisekunden großen Zeitschlitzes am Empfänger ankommen müssen, um ausgewertet werden zu können" = Riegler 2006: 37. Störung aber - gemäß der mathematischen Theorie der Kommunikation - ist auch Information über die Umwelt; Elektromagnetismus hat hier eine eigene Welt, die untereinander kommuniziert: "Der Bereich bis etwa 30 MHz ist besonders störanfällig. Leuchtgaslampen, PC-Monitore, Netzteile, Zündfunken von Motoren und vieles mehr, können den Empfang beeinträchtigen" <Riegler 2006: 39> - hörbar besonders PLC-Netze, die zur Steuerung von Geräten und des Stromnetzes dienen; damit etwa Straßenbeleuchtungen ein- und ausgeschaltet: wird Licht zur Information als Audio. Das binär-Digitale kehrt auf der makroästhetischen Ebene wieder ein (ein *re-entry*). "DRM kennt nur zwei Zustände: Entweder es funktioniert einwandfrei oder gar nicht. Die 'Grauzone' in der DRM mal spielt, mal nicht, ist sehr klein" = Riegler 2006: 16; gilt für Audioempfang wie für digitale Bilder (die damit noch scheinbar Bilder, tatsächlich ein mathematisches Format darstellen). "Theoretisch ist es möglich, mittels DRM niedrig-auflösende Fernsehbilder anstelle des Audio-Signals zu übertragen." <28>

- fällt zugunsten eines reineren Empfangs das Rauschen unter dem Tisch - ein Argument, das nur dann überzeugt, wenn Rauschen als Störung, als Verunreinigung, als Beeinträchtigung von Sprach- und Musikgenuß begriffen wird; andere technologische Ästhetik längst Praxis, ohne die heute kaum Mobilkommunikation möglich: Nachrichtentheorie Shannon zufolge Rauschen zur Informationsökonomie der Nachrichtenübertragung selbst gehörig; wird Rauschen nicht mehr als Störung, sondern als gleichrangiger Parameter nicht nur techno-, sondern auch epistemologisch entdeckt, hört sich auch analoger KW-Empfang mit anderen Ohren (das medienarchäologische Gehör)

- diese Frage nicht nur klangästhetisch angehen; digitales Radio nicht das Ende des Analogen; hat Jean Baptiste Fourier Anfang des 19. Jahrhunderts in seiner *Analytischen Theorie der Wärme* nachgewiesen, daß auch un stetige Signale, also auch digitale Impulse, approximativ als Summe von anlogenen Einzelschwingungen aufgefaßt werden können; das Sampling-Theorem läßt analoge Signale digital reproduzierbar werden, daß sie - zumindest menschlichen Sinnen mit ihrer begrenzten Nervenreizungsgeschwindigkeit gegenüber - als signalgetreu erscheinen

Radio(röhren) sehen statt hören (das Oszilloskop)

- de Marinis: "Im 20. Jahrhundert haben <...> die elektronischen Medien, insbesondere der Rundfunk, die für unsere Kultur gültige Wahrnehmung der Beziehung von Klang und Rede umgestaltet. Sicherlich hat die Transformation von Rede in Signale, von Signalen in Wellen, in Aufzeichnung und Abstrahlung, verdeutlicht, dass Bedeutung immer zu Klang gerät, Klang zum Signal, Signal zu Rauschen <...>. Und nicht weniger

technologisch ist, all ihrer Macht und ihren Schrecken zum Trotz, der Weg, den die Stimme der politischen Führer einschlägt. Letztlich ist sie nichts weiter als eine Welle in der Luft, eine Vertiefung in der Rille." Dies aber vernimmt Technologie besser, als menschliche Augen und Ohren es hören. Im Abgriff modulierter Frequenzen eines Röhrenradios durch eine Kathodenstrahlröhre (die Erfindung Ferdinand Brauns) gibt die Kathodenstrahlröhre zu sehen, was die andere Elektronenröhre (Audion) hört

- KW-Empfang, gekoppelt an ein Oszilloskop, induziert Schwingungskurven; so geschriebene Kurven unterstützen ein verbales Argument; das Signal vor dem Verstärker abgreifen direkt in einen Computer-Oszillographen geben, der ein VGA-Signal an den Beamer schickt; sichtbar wird eine unmenschliche Handschrift, wie sie nur von Meßmedien, nicht Menschen in ihrer kulturell-semantischen Verführbarkeit (Odysseus verfällt immer dem Gesang der Kunstwesen Sirenen) geleistet werden kann. Es sei "desirable <...> to eliminate the psychological factors involved and to establish a measure of information in terms of purely physical quantities", um das Wesen der Informationsübertragung zu verstehen, so Hartley in seinem klassischen Aufsatz "Transmission of Information" 1928.¹⁶¹ "To illustrate how this may be done consider a <...> telegraph cable system in which an oscillographic recorder traces the received message"; hermeneutische Askese des Oszilloskops; elektrische Schwingungen, die nicht gehört werden oder mit Wachs in den Ohren nicht gehört werden dürfen, erhören nur elektronische Medien selbst

150 Jahre Tesla

- Auszug aus "The True Wireless" von Nikola Tesla, der sich darin selbst als "Electrical Experimenter" einführt (Mai 1919); sucht hier die Behauptung zu widerlegen, daß größere Energiemengen nicht drahtlos überragen werden können. "It is not at all difficult to maintain communication between an airplane and a station on the ground, on the contrary, the feat is very easy"; am Ende ein medienarchäologisches Fazit, die Umkehrung aller Mediengeschichten, in denen Heinrich Hertz als Ursprung von Radio genannt wird: "The Hertz wave theory of wireless transmission may be kept up for a while, but I do not hesitate to say that in a short time it will be recognized as one of the most remarkable and inexplicable aberrations of the scientific mind which has ever been recorded in history." <ebd.>

- Begriff "wireless", in dem sich begrifflich der medienepistemische Umbruch von der Nachrichtenübertragung über materielle Kanäle (Kabel etc.) zum Prinzip Rundfunk (Wellen selbst als Über/Träger) manifestiert

- medienarchäologischer Pluralismus; Elektronenröhre als technologische Möglichkeitsbedingung, die transversal verschiedene Medienkomplexe verbindet (Radio, Oszilloskop, Fernsehen, Computer). Für diese Archäologie

¹⁶¹ R. V. L. Heartley, Transmission of Information, in: Bell System Technical Journal 1928, Bd. 7, 535-563 (536)

das Jahr 1906 (Parallele von deForest / Lieben) entscheidend. Albert Einstein erinnert 1930 in seiner Eröffnung der Berliner Funkausstellung, adressiert an "Verehrte An- und Abwesende", an diese Bedingung der Übertragbarkeit seiner eigenen Radio-Rede: "Gedenket besonders auch Liebens, der in der elektrischen Ventilröhre ein unvergleichliches Spürorgan für elektrische Schwingungen erdachte"; bevorzugt Lieben mit Quecksilberdampf gefüllte Röhren gegenüber der Vakuumröhre

- stehen medienepistemogene Artefakte quer zur jener Mediengeschichte, die nach ihrer Ausdifferenzierung gemäß der menschlichen Sinne (Ton, Bild) und nach dem Massenmedienwerden solcher Technologien kategorisiert (Geschichte des Radios, des Fernsehens)

- Radio nicht als Massenmedium und Sendeformat, sondern von seinem konkreter technischen Verkörperung, der Elektronenröhre her betrachten; ergeben sich Bezüge einer Medienzeitlichkeit, die quer zur "Radiogeschichte" steht; 100 Jahre Elektronenröhre läßt Mediengeschichte in einem anderen Licht als auf das Radio exklusiv fixiert erscheinen; parallel auf symbolischer Ebene Kalkülisierung von elektromagnetischen (Maxwell) und Radiowellen

- Computer als "ideales Modell der sich aus dem Nervensystem ergebenden Probleme" in der heroischen Phase der Kybernetik: "Der alles-oder-nichts-Charakter der Neuronenentladung ist völlig analog zur Auswahl einer binären Ziffer <...>. Die Synapse ist nichts als ein Mechanismus, der bestimmt, ob eine gewisse Kombination von Ausgängen von anderen Elementen ein ausreichender Anreiz für das Entladen des nächsten Elementes ist oder nicht und muß ein genaues Analogon in der Rechenmaschine haben" = Norbert Wiener, Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung im Lebewesen und in der Maschine, Düsseldorf / Wien (Econ) 1963, 42 f.; Analogie läßt sich in einem medienepistemogenen Artefakt erden: der Elektronenröhre; für sie gilt (im Unterschied zum Vorgänger des elektromagnetischen Relais, wie bei Zuses Z1, und im Unterschied zum Nachfolger Transistor respektive Integrierte Schaltung), daß sie wie Synapsen sich ansteigend lädt (hier noch "analog", elektrotechnisch, wie ihr Einsatz im Rundfunk), um dann ab einem bestimmten Spannungswert zu kippen und damit als ein digitaler Schalter zu fungieren (FlipFlop; das Gitter der Triode sperrt gegenteilig)

- arbeitet *effektive* digitale Rechenmaschine (Zuses Z4 etwa ca. 1945) mit trägen elektromechanischen Relais im Speicherwerk; umgekehrt operiert der erste vollröhrenbetriebene Elektronenrechner (ENIAC) im Dezimalsystem

- wird mit vollelektronischen Computern die Elektronenröhre selbst eine Menge (im Fall des ENIAC 16000, die ständig wegen Überhitzung ausgewechselt werden mußten) - abzählbar; Objekt und Subjekt des digitalen Computing

- digital geschaltete elektronische Röhre, die als Audion-Röhre ihrerseits schon eine Schaltung (und in Form der Pentode gar eine integrierte

Schaltung) darstellt; Dreifachröhre OE 333 1926 Loewe-Opta

- legen moderne Vakuumröhren nahe, apparative Äquivalente zu Nervenkreisen und organischen Systemen zu modellieren; "wurde es uns klar, daß die ultraschnelle Rechenmaschine, so wie sie abhängig war von aufeinanderfolgenden Schaltern, beinahe ein ideales Modell der sich aus dem Nervensystem ergebenden Problemen darstellen mußte" = Norbert Wiener, *Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung im Lebewesen und in der Maschine*, Düsseldorf u. a. (Econ) 1992, 42 <Cybernetics or control and communication in the animal and the machine, MIT Press, Cambridge, MA 1948, erw. Ausgabe 1961>

- seitdem Röhre nicht nur zur Elektronik (zur trägheitslosen Steuerung eines Stroms) eingesetzt, sondern als digitales Schaltelement in Computern, wechselt sie ihren Seinsstatus, ohne auch nur einen Deut ihre technische Verfassung zu ändern. Röhre-als-Radio *versus* Röhre-als-Digitalschalter; trennt die Elektronenröhre zwei Epochen und Mediensysteme *unhistorisch*, in ihrer puren Ansteuerung

- modelliert Jacques Lacan das Subjekt als Funktion einer Serie diskreter Zustände unter explizitem Rückgriff auf eine elektronische Röhre: "All jene, die mit dem Radio hantiert haben, kennen das - eine Triodenröhre - wenn´s an der Kathode heiß wird, bombardieren die Elektrönröchen die Anode. Befindet sich etwas dazwischen, dann läuft der elektrische Strom durch oder nicht, je nachdem ob das positiv oder negativ geladen ist. Man kann nach Belieben eine Modulation des Stromdurchgangs realisieren oder einfacher ein System des Alles oder Nichts" = Das Seminar II: 156; steht für Lacans Begriff der Psyche die Elektronenröhre paradigmatisch: das Unterbewußtsein als Elektrodenschaltung. Zwischen Kathode und Anode. Befindet sich etwas - ein substantiviertes *metaxy* (Aristoteles, *Peri Psychès*) - das eigentliche "Medium", der kybernetisch intelligente "Kanal": "Das ist der Widerstand, die imaginäre Funktion des Ich als solche - ihr ist der Durchgang oder Nicht-Durchgang dessen unterworfen, was als solches im analytischen Handeln zu übermitteln ist" = Jacques Lacan, Das Seminar II, dt. xxx, 156; Lacan über die "kybernetische Tür"; Aufsatz Annette Bitsch, in: Pias (Hg.), Macy-Konferenzen, Bd. II; hat Jacques Riguet dies mit mathematischem Blick gelesen und das von Sigmund Freud genannte Fort-Da-Spiel als Flipflop erkannt = Jacques Riget, Freud und Peano wiedergelesen, in: Der Wunderblock 18 (Juni 1989); Rückkehr zu Freud - ins Wien Robert von Liebens, 1906

Heideggers Radio

- eigentliches Radio, das sich im Gehäus' nur latent, nicht manifest zu erkennen gibt

- Martin Heideggers während der Kuba-Krise angeschaffter Radioapparat, ein Grundig Musikgerät 88; trägt das Gerät die Fabrikations Nr. 51218 No. 16702 (freundliche Auskunft von Dr. phil. Hermann Heidegger, Brief vom 29. Juni 2008). Die technischen Daten des hier abgebildeten

funktionsgleichen Vorgängermodells, des Grundig-Musikgeräts 87a: Superhet-Empfänger; 6 Kreise AM, 10 Kreise FM; permanentdynamischer Ovallautsprecher. Elektronenröhren: ECC85, EBF89, ECL86; stellt sich zugleich die Frage der technischen Nachfolge: Eignet sie sich im geschichtlichen Raum, oder ist sie funktionsnotwendiges Geschick? Heidegger nahm es sich im Herbst 1962 auf seine Hütte, um mit Hilfe dessen Gehörs die aktuellen Nachrichten zur damaligen Kuba-Krise erfahren zu können; Ausbruch eines Atomkriegs seinerzeit in letzter Minute seinerseits durch eine *Radioübertragung* von Crustschovs Rede vor dem Politbüro in Moskau verhindert; anderer Nachrichtenweg wäre gegenüber der Auslösung des Waffenschlags bereits zu spät; daraufhin wurde zwischen Moskau und Washington die Einrichtung eines "heißen Drahts", das "Rote Telefon". Tatsächlich materielle Leitung verlegt, die sich jedoch als in vielen Hinsichten störanfällig erwies (Verletzung bei Bauarbeiten in Finnland etwa) und keine direkte stimmliche Kommunikation zwischen den Staatschefs, sondern Fernschreiben ermöglichte (samt Buchstabenkode zur Sicherheit der Datenübertragung); später dieser "heiße Draht" dann in den Weltraum auf Satellitenbasis, "wireless", verlegt

- Heidegger zufolge "jeder Rundfunkhörer, der seinen Knopf dreht, abgesperrt als Stück des Bestandes, in den er eingesperrt bleibt, auch wenn er noch meint, das An- und Abstellen des Apparats stehe ganz in seiner Freiheit" = Martin Heidegger, *Das Ge-stell*, in: ders., Bremer und Freiburger Vorträge, Frankfurt/M. (Vittorio Klostermann) 1994, 24-45 (38)

- Kuba-Krise vorwegnehmend, versetzt Heidegger Radio in den unwahrscheinlichen, aber im postelektronischen Sinne (und mit der Neutronenbombe) denkbaren Fall, daß plötzlich überall auf der Erde aus jedem Raum die Radioempfangsapparate verschwinden: "Wer vermöchte die Ratlosigkeit, die Langeweile, die Leere sich auszudenken, die mit einem Schlag die Menschen befele und ihren Alltag durch und durch verstörte? <...> Es gilt <...> darauf hinzuweisen, daß in dem Bestand, der Rundfunk heißt, ein Bestellen und Stellen waltet, das in das Wesen des Menschen eingegriffen hat. Weil <...> der Mensch nicht von sich aus allein und nie durch sich über sein Wesen entscheidet, deshalb kann das Bestellen des Bestandes, deshalb kann das Ge-Stell, das Wesen der Technik, nichts nur Menschliches sein" = Martin Heidegger, *Das Ge-stell* [1949], in: ders., Bremer und Freiburger Vorträge, Frankfurt/M. (Vittorio Klostermann) 1994, 24-45 (38 f.)

- vom Moment an, wo Mensch am angeschalteten Radio die Frequenzabstimmung vornimmt und der Sendung Gehör schenkt, wird er zur Extension der Apparatur - eine lose (und damit tatsächlich mediale) Kopplung.¹⁶² "Das Wesen des Menschen wird daraufhin gestellt, das Bestellen in menschlicher Weise mitzuvollziehen" = Heidegger 1949/1994: 31; entsteht systemisches Hybrid aus Organismus und Technik, mithin ein kyb-Org

162 Fritz Heider, *Ding und Medium*, in: *Symposion*, Bd. 1, Heft 2 (1927), 109-157

- deutet Heidegger sein Radiotier vom Gehäuse her, also vom Interface zwischen technischer Apparatur und menschlichem Nutzer, mithin medienphänomenologisch; hat jenes Gerät nie medienanatomisch durchschaut; Aufschrift aller klassischen Radorückseiten: "Vor Entfernen der Rückwand Netzstecker ziehen"; gibt sich die Elektronenröhre (heute der Transistor) als das zu erkennen: Ersatz von Ontologie durch Vollzug; hat Heidegger die Rückwand seines Grundig-Musikgeräts 88 wohl nie abgenommen, um damit das Eigentliche des Radios zu entbergen (technomathematische *aletheia*): Einsicht, daß es sich um einen "Super" handelt, also einen Röhrenempfänger auf Basis des Superheterodynprinzips, wo aus empfangenen Hochfrequenzen eine Differenzfrequenz erzeugt wird, die ihrerseits intern im Radio sendet: eine Überlagerung, ein durchaus nicht "vulgärer" Zeitvollzug

- heutzutage wieder in Betrieb gesetzt, wird mit dem Grund-Musikgerät 87a oder seinem funktionsgleichen Nachfolger 88 keine "historische" Differenz zum technischen Ereignis hörbar, das Heidegger 1962 mit demgleichen Gerät widerfuhr; medienarchäologischer Kurzschluß versetzt in gleichursprüngliche Situation, eine Verschiebung der Ähnlichkeit auf die zeitliche Achse, in etwa gleich der Autokorrelation von Signalketten im Nervensystem; ereignet sich Medienzeit nicht im historischen, sondern mathematisch-operativen Sinn; unterliegt hochtechnisches Zeug anderen Zeitrhythmen

- Film über Heideggers-Radio, das Heideggers Stimme empfängt:
<http://www.youtube.com/watch?v=C0ll43BZjfA>; Zugriff Juli 2010

- Heideggers Radio, bloßgelegt: bedeutet das Wort *téchne* in der frühen griechischen Sprache zunächst dasselbe wie *epistéme* - d. h. eine Sache verstehen. "Nun liegt aber für die echte Einsicht (*theoría*) <...> alles daran, daß wir das griechische Wort in seinem griechischen Sinn denken und vermeiden, spätere und heutige Vorstellungen in das Wort hineinzudeuten. <...> / Der Grundzug des Erkennens liegt nach griechischer Erfahrung im Aufschließen, Offenbarmachen dessen, was als Anwesendes vorliegt. Insgleichen bedeutet das griechisch gedachte Herstellen nicht so sehr das Verfertigen, Hantieren und Operieren, sondern <...> ins Offenbare stellen als etwas, was vordem nicht als Anwesendes vorlag"¹⁶³

- schreibt Heidegger nach seiner "Kehre" in *Die Zeit des Weltbildes* (und damit den integrierten Schaltkreis und Mikro-Elektronikbauteile geradezu vorwegnehmen, "reduce to the max"): "Das Riesige drängt sich in einer Form vor, die es scheinbar gerade verschwinden läßt: in der Vernichtung der großen Entfernungen durch das Flugzeug, im beliebigen, durch einen Handgriff herzustellenden Vorstellen fremder und abgelegener Welten in

163 Martin Heidegger, *Überlieferte Sprache und technische Sprache* [*Vortrag 1962], St. Gallen (Erker) 1989, 15

ihrer Alltäglichkeit durch den Rundfunk" = in: Holzwege, 4. Aufl. Frankfurt/M. 1963, 87

Masse und Medium: Deutungen des "Volksempfängers"

- Mediengeschichte zumeist weitgehend technikferne Beschreibung; erst genaue Hinsicht auf Innenleben des "Volksempfängers" DKE entdeckt das auf Elektronenröhre gestempelte Hakenkreuz

- Hagen, Das Radio, München (Fink) 2005, Vorwort (xv-xxiii)

- Niklas Luhmann über Massenmedien: "Wir wollen die Arbeit dieser Maschinen und erst recht ihr mechanisches oder elektronisches Innenleben nicht als Operation im System der Massenmedien ansehen. Nicht alles, was Bedingung der Möglichkeit von Systemoperationen ist, Teil der operativen Sequenzen des Systems selber sein. <...> Während wir die technischen Apparaturen, die ›Materialitäten der Kommunikation‹, ihre Wichtigkeit unbenommen, aus der Operation des Kommunizierens ausschließen, weil sie nicht mitgeteilt werden, schließen wir den (verstehenden bzw. mißverstehenden) Empfang ein" = Niklas Luhmann, Realität der Massenmedien, Opladen 1996, 13f (hier zitiert nach: Hagen 2005: xviii; weist McLuhan nach, daß sich sehr wohl auf das technische Medium als eigentliche Botschaft mitteilt - wenngleich subliminal hinsichtlich des menschlichen Bewußtseins während der Mediennutzung; Neuaneignung als Form von *Erinnerung* nicht mehr im emphatischen Hegelschen, sondern technischen Sinn

In der elektronischen Noosphäre

- "Anthropozän" *avant la lettre*: "Der Mensch <...> wird allmählich zu einer in ihrer Art völlig neuen Hülle dieser Erde. Er ist mehr als ein bloßer zoologischer Zweig <...>; er ist nichts weniger als eine ganze "Sphäre", die Noosphäre (oder Sphäre des Denkens), welche die Biosphäre in ihrer ganzen Ausdehnung, doch ungleich geschlossener und homogener, überlagert" = Pierre Teilhard de Chardin, Die Entstehung des Menschen, München (Beck) 1961, 86; eskaliert "rechnender Raum" (Zuse) zum weltweiten Informationsübertragungsnetz, dessen Spinnen (Knowbots) sich von dem ernähren, was Menschen für Kommunikation halten: algorithmischen Parasiten, techno-zoologische Sprößlinge der Mensch-Logik-Kopplung

- beschreibt Jennifer Gabrys einleitend in *Digital Rubbish. A natural history of electronics* (Ann Arbor: University of Michigan Press, 2011) unerbittlich die dem Zeitpfeil unterworfenen materiellen Verrottung elektronischen Abfalls; Kommunikationsmedien in Zeiten digitaler, algorithmisierter Kultur mehr als schlicht Software; während logische Seite der Technologie (der Schaltplan als Diagramm) nahezu verlustlos und zeitinvariant überdauert, unterliegt seine notwendig medienphysikalische Implementierung dem Gesetz der Entropie

Definitionen von "Radio"

- muß sich Radio im Unterschied zu Phonograph nicht (mechanisch) bewegen, um Klänge wiederzugeben; läuft Bewegung elektromagnetischer Wellen - unter Strom in Resonanz gesetzt - durch Apparatur hindurch; "vibriert" (resoniert) es im Schwingkreis

- altdeutscher Begriff von "Rundfunk" (oder gar namentlich "Telefunken"); steht damit auf der medienarchäologischen Seite von elektromagnetischer Wellenausbreitung

- Mittelwellen-Funksteuerung (40 MHz) eines Spielzeugautos: das mit Elektromotor betriebene Vehikel von der Sendereinheit nicht zugleich auch geladen; bleiben EM Wellen als Steuerung und Stromspannung als Energie (Akku) techno-kategorial getrennt, nicht verschränkt

- empfängt elektrotechnisches Radio nicht Sendungen im absoluten Sinne, sondern verstärkt / stimmt ab, was sowieso in der Luft ist: elektromagnetische Wellenpakete; Radio also ein Supplement der EM Wellen: isomorph flankierend (Resonanz), nicht generisch

- Radio grundsätzlich denken: Strenge der medienarchäologischen Theorie; wird wie sonst selten in der Natur Elektrizität freigesetzt: eine Verhandlung von Energie und Elektronen in ihrem atomaren Mangel und Überschuß; ergibt sich erst aus diesem Spannungsverhältnis das, was (unter hohem Energieaufwand, also vor dem Hintergrund eines notwendigen *bias*) Rundfunk wird; "eine technische Apparatur von ungeheurer Empfindlichkeit" (Theodor Heuss, in seinem Buch über den Architekten des Berliner Rundfunkhauses, Hans Poelzig)

- Radio als Verlautbarung auf NF-Ebene: eine Sendung phonetischer Schwingungen, nicht der Buchstaben; Spektrogramme - wie es *visible speech* auf der Grundlage von Spektrogrammen in telephonischer Analyse sichtbar macht; Ralph K. Potter / George A. Kopp / Harriet C. Green, *Visible Speech*, New York (van Nostrand) 1947

Ein Un-Medium: der "Äther"

- verdinglicht sich an / in der Elektronenröhre die Frage nach dem Äther: freier Elektronenfluß (steuerbar, "Elektronik") im luftleeren Raum, ohne Trägermedium (das Maxwell noch unterstellt)

- "Äther" die Antwort auf eine Frage, die durch scheinbare unsichtbare Fernwirkung gestellt wurde; 16. / 17. Jahrhundert postulieren Äther als flüchtiges Medium. Verschiedene Ätherformen definiert, für Wärme, Schwerkraft, Magnetismus

- *actio in distans*: bemerkt Heinrich Hertz durch Zufall, daß parallel zu einem Funkenschlag in einer offenen Spule an anderer ein Funke entsteht - eine "Fernwirkung" von "Strahlen" elektrischer Kraft, welche die räumliche Distanz nahezu instantan untertunnelt; begriffliche Unklarheit die Situation einer offenen Epistemologie (Hinweis Christian Benckendorff, Juni 2012)

- führt Maxwells Feldtheorie zur Vereinheitlichung verschiedener "Ätherformen" zu einem einzigen, von dem man annimmt, er überträgt elektromagnetische Wellen

- Edmund Whittaker, A history of the Theories of Aether and Electricitsy, London / New York 1953; G. N. Cantor / M. J. S. Hodge, Conceptions of ether, Cambridge 1981

Radio meint Wellen

- Erinnerung eines Militärfunkers: Gelegentliche Umnutzung des Feldtelephons, wo zwischen den beiden Apparaten bis zu 1000 Meter Drahtverbindung gespannt wurde, zum Radiohören: durch Rammen von langen Nägeln in den Boden an beiden Enden; damit Antennenkreis hergestellt, um aus Hörermuschel starker lokaler Mittelwellensender empfangbar

- Spulen-Antennen mit 1400m Kupfer auf 90cm Ringen und davon 8 getrennte Empfänger, "um die langen Wellen im Raum zu ver-orten; Frequenzbreiten im Prozess beliebig variieren, was im Wellen-Surfen spannender ist als nur die räumliche Phasenlagenverschiebung, die musikalisch betrachtet alle so genannten Laufzeit-Effekte beinhaltet, an denen wir in der Wahrnehmung die Räumlichkeit feststellen" (Kommunikation Jan-Peter Sonntag, März 2013)

- Fritz Heiders Medientheorie implizit eine Radiotheorie; unterteilt Eigenschwingungen von "aufgezwungenen" Schwingungen und nennt damit indirekt das Prinzip der NF-Modulierung von HF-Frequenzen

- Radio als elektromagnetische Wellenausbreitung tatsächlich "broadcast" auf technologischer Ebene, unabdingbar von Sendern / Antennen ausgehend. Unerhört: ein akustischer Vorgang (physikalisch) wird einem artverwandten Schwingungsvorgang (elektromagnetisches Feld) anvertraut und somit übersetzbar; dieses neue Medium wird seinerseits (de)moduliert; Stimme verliert ihre Einzigartigkeit und wird zu einem Ausschnitt im umfassenden Spektrum von Frequenzen (Temperatur, Bild, Ton)

- Unterschied zwischen Medientheorie und Elektrotechnik: "While the frequency relations involved in electrical communication are interesting in themselves, I should hardly be justified in discussing them on this occasion <sc. Vortragsituation: International Congress of Telegraphy and Telephony, Lake Como, Italy, September 1927> unless we could deduce from them something of fairly general practical application to the engineering of

communication systems. What I hope to accomplish in this direction is to set up a quantitative measure <numerische Berechenbarkeit! Fouriers Paradigma> whereby the capacities of various systems to transmit information may be compared. <...> I shall discuss its application to systems of telegraphy, telephony, picture transmission and television over both wire and radio paths." R. V. L. Heartley, "Transmission of Information", in: Bell System Technical Journal Bd. 7 (1928), 535-563 (535)

- Fouriertransformation von zeitbasierten Signalprozessen in Frequenzraum; damit Zeit und Zahl (deren Zusammenhang Aristoteles feststellt) gegeneinander verrechenbar, damit komputierbar

- erzeugt die Wechselwirkung von Elektrizität und Magnetismus "Wellen". Maxwells Gleichungen: durch Bewegung elektrischer Ströme können auch längere oder kürzere Wellen als die von Licht erzeugt werden; empirische Bestätigung 1888 durch Heinrich Hertz (Radiowellen); hochfrequente Schwingungen können von einer Antenne als Hertzsche Wellen empfangen werden

- liegt das eigentliche Wesen von Radio: auf der Ebene der HF-Wellen; die 100 kW-Telefunken-Endstufe des Senders Hörby (jetzt Museum Funkerberg, Königs Wusterhausen): die reine Maschine. Es tönt keine Sprache, keine Musik, sondern das leise Summen der Sendeanlage. Wenn ein Lied wie "Stille Nacht" darauf moduliert wird, ist es dort dennoch still

- Heinrich-Hertz-Institut für Nachrichtentechnik Berlin, 1975 hervorgegangen aus dem Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung. Anwendungsorientierte Grundlagenforschung auf dem Gebiet der Informationstechnik, speziell: Breitbandkommunikation. Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung, Berlin-Charlottenburg. Technischer Bericht Nr. 24: Ein optisch-photoelektronisches Verfahren zur Messung mechanischer Schwingungen (1959)

- Günther, *Radiotechnik*, xxx, Abb. 4: Darstellung des Versuchs, der Hertz zur Entdeckung der elektrischen Wellen führte. "Bringt man in die Bahn dieser Wellen einen Resonator ein, d. h. einen an einer Stelle unterbrochenen Drahtbügel, so verrät sich das Dasein der Wellen dadurch, daß an der Unterbrechungsstelle winzige Funken überspringen"

- drahtlose Nachrichtenübertragung mit EM Wellen als "Radio": eine Form "analoger Non-Linearität". Erzeugt wird durch die Respektlosigkeit vor der Ferne (medientechnische Ent-Fernung i. S. Heideggers) eine kognitive Dissonanz: Nahverhalten (Gehör, Sicht, Sprache: telephonisch) bei gleichzeitiger physikalisch-körperlicher Distanz. Körperlich bewegt sich der Mensch logozentristisch; sprachliche kodierte Kommunikation aber erlaubt die Untertunnelung von zeitlicher (Archive, Bibliotheken) und räumlicher Distanz

Elektroakustik, das menschliche Gehör und Radio

- bezeichnet Elektroakustik die mikrophonische Wandlung von Luftbewegungen (hervorgerufen durch Schallwellen) in elektrische Signalspannungen mit Hilfe einer Membran. Aus mechanischer Physik wird ein elektrophysikalisches Ereignis. Diese Wandlung ist eine Transformation des Aggregatzustands, eine Trennung von Medium und zeitlicher Form

- stellt "Radio" demgegenüber eine Eskalation dar. Im Unterschied zur unmittelbaren elektroakustischen Schallwandlung bedeutet die Modulation eines hochfrequenten elektromagnetischen Signals durch niederfrequente Artikulation (Sprache, Musik) die *transitive* Information des elektromagnetischen Mediums. Für Amplituden- im Unterschied zur Frequenzmodulation von Radioübertragung gilt: einmal ist Intensität, dort jedoch *Zeit selbst* das Kriterium der Modulation von Trägerwellen durch Sprache und/oder Musik

- entziehen sich um ein vielfaches höhere Schwingungen (elektrische Eigenschwingungen wie Funkenentladungen an der Leydener Flasche) der (zumindest der bewußten) Wahrnehmung: So "taugt keiner unserer Sinne dazu, solche direkt wahrzunehmen" <Barkhausen 1958: 81>, so daß die für den Rundfunk notwendigen Trägerfrequenzen, uns ständig umgebend, dennoch nicht auffallen, erst in ihrer NF-ausgefilterten Form (Radio, Fernsehen). Die noch wesentlich höheren Eigenschwingungen (von Elektronen in Molekülen) werden nicht mehr als Zeitvorgänge (Perioden, Schwingungen), sondern nur noch als Licht wahrgenommen: "Von diesen erhalten wir durch das Licht und unser Auge Kunde" <Barkhausen ebd.>, d. h. von den durch auftreffendes Sonnenlicht (Photonen) hervorgerufenen Resonanzen (molekulare Schwingungen).

- hat Mensch auch kein Organ für die unmittelbare Demodulation hochfrequenter Radiowellen in hörbaren / erfahrbaren Klang, verfügt er nichtsdestotrotz über Organe zur Erfahrung anderer Ausschnitte im Spektrum der elektromagnetischen Wellen: Licht/Optik (wobei im Auge dann die Wandlung von photonischer Energie in elektrische durch Induktion stattfindet?), Temperatur. Demgegenüber gibt es sensorische Organe für physikalische Erschütterung: Tastgefühl (Haut), das Ohr (Akustik, Schall) - was nicht von ungefähr durch McLuhan als Verbund zusammengedacht. Es handelt sich also um zwei grundverschiedene Systeme von Schwingungen und ihrer Prozessierbarkeit; beide ineinander überführbar, transitiv wie die elektromagnetische Induktion zur Mechanik (das hybride System einer durch elektrisches Pendel betriebenen Räderuhr, Modell *Bulle Clock*)

- vermag die in Lebewesen innewohnende Elektrizität nicht unmittelbar auf Radiowellen zu reagieren; Froschradio nicht möglich. Heinrich Hertz setzte in seiner Experimentalanordnung zur Findung elektromagnetischer Wellen im Raum auf Empfängerseite (im "sekundären Leiter") anstelle der nur in begrenztem Maße für die Sendewellen empfindlichen Funkenstrecke "einen stromprüfenden Froschschenkel" ein; "es scheint aber dieses unter anderen Verhältnissen so empfindliche Mittel unter den gegenwärtigen zu versagen" = Über sehr schnelle elektrische Schwingungen, Ausgabe Leipzig 1971, 96

Sonifikation des Elektromagnetismus: EM-Sniffing

- Elektrosmog: daß durch wiederholtes Radiohören die neuronale Sinnes- als Signalverarbeitung sich unter der Hand in die Frequenzen des elektronischen Apparats einübt, d. h. die bewußt wahrgenommenen Töne mit der unbewußt wahrgenommenen HF-Wellenverarbeitung zu korrelieren lernt, mithin subliminale Resonanz? Biologische Wirkungen von elektromagnetischen Feldern und Wellen,
http://www.elschenbroich.com/emvu_gen/emvu_gen.htm

- medientheoretisch "blinder Fleck": Bei aller Übersetzung von EM-Ereignissen in den hörbaren Bereich ein genuin hochtechnisches Medienverhältnis in ein Phänomen übersetzt, d. h. transformiert; ist damit nicht mehr das im Wesentlichen für menschlichen Sinne Unfaßbare (das physikalisch "Reale"). Michael Faraday war sich dessen bewußt, als er seine Linienzeichnungen für magnetische Felder wählte; Feldlinien-Diagramm faßt das Phänomen des Ereignisses in ein Bild, nicht aber denknötwenig auch das Wesen des Ereignisses selbst - wie ein Radio nicht im Wesentlichen sein Gehäuse ist, auch wenn Konsumenten das so sehen (sollen); damit verbunden die kritische Frage nach der Rolle der Meßinstrumente: Sie sind nicht schlicht dienstbare Helfer in der Erspürung ("sniffing") von EM-Schauplätzen, sondern vermitteln Menschen das Phänomen nach eigenem Gesetz; Jan Peter Sonntags Son:arc:lon-Projekt; steht Medienkunst auf der metaphorischen oder der operativen Seite solcher Phänomene; Oswald Berthold 2008, <http://www2.informatik.hu-berlin.de/~oberthol/EM-Sniffers/>"http://www2.informatik.hu-berlin.de/~oberthol/EM-Sniffers

- *chronopoiesis* des elektrischen Schwingkreises; Schwingkreis aus Spule (Induktivität) und Kondensator (Kapazität); heißt "Abstimmung" im Radio Einstellung des / der Schwingkreis(e) des Geräts auf die Frequenz des gewünschten Senders

Radio als Spiritismus?

- Papstbulle "De undiis aeriis"; inwieweit Radio und Fernsehen den päpstlichen Segen nicht nur als "veritas in nomine", sondern auch als "veritas in re" übertragen (dazu Horst Albrecht, Die Religion der Massenmedien, Stuttgart / Berlin / Köln 1993, 11 f.; Liturgisches Jahrbuch, 36. Jg., Heft 3/1986 (Themenheft); darunter besonders 177 ff.: "Kirchenamtliche Äußerungen zu Gottesdienstübertragungen in Rundfunk und Fernsehen"

- Wladimir Velminski, in: ders. (Hg.), *Sendungen: ElektroAuragramm*; aktuelle RFID-Technik, wo tatsächlich die Idee der "Radiostationen" (gleich *ubiquitous computing*) in den Dingen und Körpern der Welt selbst verortet. Beschreibung der elektrotechnischen Ereignisse als physikalisch-medientechnisches Korrektiv oder kritische Gegenlektüre zu spiritistischen

Diskursen; Ereignis der elektromagnetischen Wellen der "kulturwissenschaftliche Medialitätsforschung" entgegensetzen; Balance zwischen Diskursanalyse und radikaler Medienarchäologie

Notizen zu Radiowellen

- publiziert Heinrich Hertz sein Experiment mit Sender oder Oszillator (im Falle von Hertz' Versuch: Frequenz der elektromagnetischen Wellen 450 Millionen Hz) unter dem Titel "Versuchsaufbau zur Bestimmung der Eigenschaften elektromagnetischer Wellen" 1888; Maxwell hatte 1864 Feldtheorie mathematisch aufgewiesen

- Walther Kaiser, Theorien zur Elektrodynamik im 19. Jahrhundert, in: arbor scientiarum. Beiträge zur Wissenschaftsgeschichte Reihe A: Abhandlungen Bd. VIII, Hildesheim 1981, 108 ff.

- nicht alles ist Zahl, sondern Frequenz; die Zahl in der Zeit aufgehoben, schwingt selbst; Zeit erst als gezählte wahrnehmbar

- Radiozeit; Erforschung sogenannter *Radiosterne* (Quasare) erlaubt Rückblicke in längstvergangene Zeitalter des Universums, weil das Licht erst in endlicher Geschwindigkeit die Meßinstrumente der Gegenwart trifft

- geschieht Radio auch dann, wenn von Menschen nicht akustisch vernommen, den (bewußten) Sinnen unzugänglich; elektromagnetische *Induktion* aus sichtbaren Effekten *deduziert*; wird erst mit hochtechnischen Meßmedien respektive mathematischer Analysis faßbar - eine Medienwelt nach eigenem Recht; haben die Maxwellschen Gleichungen eine neue Epistemologie vorexerziert. "In der Quantentheorie hat man sich mit der geschilderten Situation abgefunden, als es gelungen war, sie mathematisch darzustellen und damit in jedem Fall klar und ohne Gefahr logischer Widersprüche zu sagen, wie das Ergebnis eines Experiments ausfallen werde. / <...> Die mathematischen Formeln bilden dabei allerdings nicht mehr die Natur, sondern unsere Kenntnis von der Natur ab, und insofern hat man auf eine seit Jahrhunderten übliche Art der Naturbeschreibung verzichtet" = Heisenberg 1955: 18 f.

- wird der Radio-Schwingkreis im Resonanzfall (wenn die Eigenfrequenz mit der Frequenz eines Senders übereinstimmt) durch die Antenne zu elektrischen Schwingungen angeregt. "Diese elektrischen Schwingungen des Schwingkreises sind zwar nicht sichtbar, aber du kannst das zugehörige Radioprogramm hören" = Kainka?

- Berührt ein Mensch den Spulendraht eines Detektor-Empfängers, bildet sein Finger zusammen mit dem Isolierlack einen Kondensator, über den ein Hochfrequenzstrom durch meinen Körper (ab)fließt - er selbst wird Radio in diesem Moment

- Radioempfang per Kristalldetektor erforderte beim Sendersuchen (Drahtspitze auf Pyrit im Detektor) und beim "stromlosen" Hören (also nur

Kopfhörer) höchste Konzentration: ein "kaltes" Medium im Sinne McLuhans, insofern diverse Sinne hier ergänzend mit im Spiel sein müssen (Tasten, Sehen, Hören); auch "heiß", insofern die Aufmerksamkeit (kein Sinne, aber ein Äquivalent, gleich "Zeitsinn") hochbeansprucht, aufgeheizt wird

Radiogeschichte als Medienarchäologie

- neigt Mediengeschichte zur rückblickenden Einordnung medientechnischer Epochen in ein übergeordnetes historisches Verlaufsmuster; schaut Medienarchäologie in Form diskontinuierlicher Einschnitte in die *time-line* auf das Objekt; wird etwa das Buch von L. Graetz gelesen, Die Elektrizität und ihre Anwendungen, Stuttgart (Engelhorn's Nachf.) 21. Aufl. 1922; taucht erst ganz am Ende ein (zwischenzeitlich ergänztes) Kapitel über drahtlose Telegraphie und -phonie auf, sodann das emergierende Röhrenradio. In diesem Zusammenhang liest sich Radio als Sonderform der Befassung mit dem elektromagnetischen Feld und der Elektrizität - von der Medienmaterialität her, nicht von der (Rück)Wirkungsgeschichte des späteren Massenmediums

- *Posthistoire* des Radios - ein Technik, sobald sie stabil wird und sich dann für eine (eben dadurch definierte) Epoche hält - erstaunlich im Falle des Radios, so daß aktuell mit Volksempfänger von 1936 noch Mittelwellenradio empfangen werden kann. "Die Rundfunktechnik ist in gewissem Sinne `am Ende´: Ist es doch heute möglich, an praktisch jedem beliebigen Ort und zu beliebig vielen Zuhörern akustische Signale (Sprache, Musik und so weiter) zu übertragen", schreibt Steinbuch 1968 = Karl Steinbuch, Die informierte Gesellschaft. Geschichte und Zukunft der Nachrichtentechnik, Reinbek b. Hamburg (Rowohlt) 1968, 120

Heideggers Radio

- Auf der Suche nach den Atmosphären, in denen Denken zustandekommt, Besuch in Todtnauberg; informiert Informationsblatt, daß Martin Heidegger für seine dortige Hütte 1962 ein Radio anschaffte, die aktuellen Nachrichten zur damaligen Kuba-Krise vernehmen zu können; war es zu diesem Zeitpunkt ein solches Gerät, das ihm Anteil an der Ereignishaftigkeit von Welt gewährte (die elektronische Übertragungstechnik nennt es nicht Dasein, sondern "live"); Medientheoretiker und Medienarchäologe interessiert, so konkret wie möglich die Rolle solcher Artefakte zu erfahren

- lassen sich Bücher aus Heideggers Handbibliothek in Meßkirch (heute im Martin-Heidegger-Archiv der Stadt) wieder zur Hand nehmen und prinzipiell wiederlesen, wie / was Heidegger las. Symbolisch kodierte Speichermedien erlauben die gleichursprüngliche Lektüre; unterscheidet sich Heideggers Radio davon: Radio ertönt heute technologisch invariant wie vor 40 Jahren (Heideggers Hütten-Radio von 1962), doch mit einem

(völlig) anderen Programm. "Historisch" daran sind also die Inhalte, die als Welt (Kontexte) auch für das Radio vergangen sind; ahistorisch aber ist die Funktionsweise, das "um-zu" des Radios als elektronisches Medium

- Heideggers Stimme von der Schallplatte *Die Kunst und der Raum* (Vortrag St. Gallen). Als physikalischer Tonträger hat die Schallplatte indexikalisch Anteil an den Vibrationen (dem Schall) von Heideggers Stimme. Einmal auf CD gesampelt, ist diese digitalisierte Stimme abgeschnitten vom indexikalischen Bezug zum Realen und wieder Teil der symbolischen Datenverarbeitung, damit wiederum dem Buchdruck näher

- Unterschied des Radios zum Buch; Vermutung von Demokrit, daß Materie aus kleinsten unteilbaren Teilchen aufgebaut sein muß (*átomos*), McLuhan zufolge als Effekt der Kulturtechnik alphabetischer Schreibweise interpretierbar, die im kulturellen Unbewußten eingeübt hat, ein scheinbar kontinuierlich Fließendes (die gesproche Sprache) in kleinste, an sich bedeutungslose Symbole zu unterteilen (Analyse / Synthese); Physik der Moderne folgt in ihrer Suche nach dem Aufbau der Materie noch diesem Modell, bis daß die Superstring-Theorie stattdessen ein genuin dynamisches Modell setzt. Dem Bild der schwingenden Saiten, aus denen sich dann überhaupt erst Elementarteilchen wie Elektronen bilden, entspricht das elektronische Radio mit dem, was es selbstredend tut (Dynamik des Schwingkreises für Sendung und Empfang)

Radio mit Popov

- findet Alexander Popov Radioantenne parallel zu Marconi

- theoretische Grundlagen der Funkortung, was mit Popov ansetzt, der zeitgleich zu Bechterev Studien über die Brechung elektromagnetischer Wellen an Objekten anstellte; geht es neben dem "Psichon" also auch im harten Sinne um wirkliche Strahlungen, die im 20. Jahrhundert ein ganzes Kapitel technischer Wunder wird (Funkmessung in Militär, Kommunikation, Forschung); das Radio-Ereignis, so sehr es auch telepathische Phantasien triggert, zunächst um das tatsächliche elektrophysikalische Signal, seine Denkbareit und Grenzen herum organisiert

- baut Alexander Stepanowitsch Popov 1893 einen Schwingungsgenerator (Schwingkreis) für drahtlose Telegraphie; "archäologische" Nähe zum elektromagnetischen Schwingungsmedium in seiner reinen Form; Satz für Satz und Versuch für Versuch nachverfolgen; Leser befindet sich geradezu selbst im Experimentallabor: Popov, Eine Vorrichtung zum Aufspüren und Registrieren von elektrischen Schwingungen, in: *Žurnal ruskogo fiziko-chimičeskogo občestva* (Журнал Русского физико-химического общества [dt. Zeitschrift der russischen physikalisch-chemischen Vereinigung] 1896, Bd. XXVIII, physikalischer Teil, Abschnitt I, Ausgabe 1, S. 1-14; Übersetzung: Wladimir Velminski; *de facto* Nachstellung von Lodges und Branlys Kohärer; beschreibt Popov, was alle Betreiber von "antiken" Kohärern heute noch plagt: entscheidend die richtige Legierung von leitenden Körnchen im Glasrohr. Was sich dabei

exakt abspielt, bis heute nicht letztendlich geklärt - ebensowenig wie die Kristallbildung in der Photochemie; hart an der Grenze zu quantenmechanischen Effekten

- konkrete Einblicke in das Wesen des elektrischen Schwingkreises; dessen Epistemologie medientheoretisch noch zu schreiben (Hagen); Popov, Über das Telegraphieren ohne Kabel. Vortrag auf dem Treffen der Eisenbahn-Elektrotechniker in Odessa vom 17. September 1897; Klingel klingelt

- medientechnische "Meme" (Äther z. B.); wiederholte Anläufe zum Wissen der Elektrizität; haben technologische Konfigurationen, einmal in Vollzug gesetzt (oder eben durch ihr Veto) das bessere Wissen

Radio: historisch?

- operierte Hertz mit Funken, die gedämpfte Schwingungen erzeugten - also nicht radiofähig im Sinne der Modulation gleichmäßiger Trägerfrequenzen. Zur Erzeugung ungedämpfter Schwingungen zum Zweck der Übertragung von Tönen mittels Funk bedurfte es des Lichtbogensenders; tonmodulierter Lichtbogensender: Gesellschaft für drahtlose Telegraphie Berlin 1906, Versuchssender, der erstmals Sprache drahtlos überträgt zwischen Berlin und Nauen, ungedämpfte Schwingungen ohne Verstärkung. Zunächst richtet der Kristall-Detektor die modulierten Wechselströme (Schwingungen) gleich; folgt in dieser Funktion (und zugleich als Verstärker) die Elektronenröhre seit 1906; kommt in Sendern und Empfängern ab 1913 zum Einsatz.

- die auch von Heidegger nicht beantwortete Frage um, welchen Zeugcharakter denn ein technisches Medium hat, das mit im elektromagnetischen Feld operiert und "geschieht"; ein Original-Volksempfänger VE 301 W aus den 1930er Jahren in einem ahistorischen Zustand ist, wenn er als Schaltung *unter Strom* (also als dynamisiertes Diagramm) einen aktuellen Mittelwellensender empfängt

- haben Funkwellen die Eigenschaft, "sich ungehindert von politischen Grenzen nur nach ihren physikalischen Gesetzen auszubreiten" <Fickers 1998: 4> - das Gesetz der Medien im eigentlichen Sinne; Rudolf Binz, Geschichte der deutschen Frequenzverwaltung, in: Archiv für Post- und Fernmeldewesen Nr. 3 (1989), 232-278

- 1865 Gründung der Union Internationale de la Télégraphie (UIT) zur zwischenstaatlichen Telegrammverkehrsregelung über Leitungen; Internet heute: aber nicht mehr nur nach physikalischem, sondern auch nach logischem Gesetz / Galloway, Protocol; "wird nicht (trotz der theoretisch begründbaren Ätherfreiheitstheorie) verkannt, daß im Äther eine Ordnung bestehen muß, die für die Staaten gewissen Beschränkungen mit sich bringt." <F. Schuster / H. Pressler, Deutschland und der Kopenhagener Rundfunkplan, in: Archiv für das Post- und Fernmeldewesen Nr. 10 (1954), 664

Hörbares Licht

- Optophonie; experimentiert Valdemar Poulsen mit Lichttonsendern; Tesla-Sender mit Plasma-Leuchtflammen; deren Bewegungen setzen Schallwellen in Luft in Gang, hörbar; frühere Lichtmikrophonsender

- im "Experimentierfeld" der Technischen Sammlungen Dresden Aufbau "hörbares Licht": Konstantstrom Lampe wird geprägt durch Signalströme (Amplitudenmodulation); Konstantstrom das Trägersignal mit Frequenz Null; Übertragungsmedium (im physikalischen Sinne) der Lichtstrahl, läßt sich dementsprechend behandeln: gebündelt durch Kondensatorlinse wird er gesendet, läßt sich auf diesem Weg durch Spiegel reflektieren, umlenken. Auf Empfängerseite: eine Photodiode für Rückwandlung von Licht in Ton; akustischen Signale dem Licht aufmoduliert; "Lichtorgel"

- funktioniert "hörbares" Licht auch im luftleeren Raum, mithin also implizit sonisch (im Unterschied zur Übertragung von physikalischen Schallwellen, welche Materie benötigen); elektromagnetisches Feld baut sich auch im Vakuum auf; Experimentierzweck Heinrich Hertz, daß elektromagnetische Wellen wie Lichtwellen sich fortpflanzen

- P. Eversheim, *Die Elektrizität als Licht- und Kraftquelle*, Leipzig (Quelle & Meyer) 1907: Einführung in "das Wesen des elektrischen Stroms" (1. Kapitel), den Elektromagnetismus (2. Kapitel) samt dem Begriff der Induktion, die Lichterzeugung und die Starkstromtechnik; 8. Kapitel der Schwachstromtechnik gewidmet ("der elektrische Strom im Dienste des Telegraphen- und Telephonwesens"); Ende im 9. Kapitel elektromagnetische Wellen, "Telegraphie ohne Draht" - die damals noch nicht Radio hieß, weil erst ansatzweise Sprache oder gar Musik übertragen; das medienarchäologische Moment von Radio faßbar, gerade weil das "wireless" (wie es in Amerika treffend hieß) hier ganz und gar unteleologisch (nicht aus der Perspektive der späteren Massenmedien) beschrieben; kommt bei Eversheim nicht vorausahnend, sondern als Kuriosum die "sprechende Bogenlampe" als Zwitterding zwischen drahtgebundener und drahtloser Sprachübertragung zur Erwähnung - "recht interessant, allerdings praktisch nicht von Bedeutung"

- fand Simon in Göttingen, "daß, wenn man dem Stromkreise einer Bogenlampe eine Mikrophonleitung passend parallel schaltet, daß dann der Flammenbogen der Lampe Schwingungen ausführt, sobald die Membran des Mikrophons angegeregert wird. Sprach man also gegen die letztere, so erstönten von der brennenden Bogenlampe genau die gesprochenen Worte als / Echo wieder" = 107 f., denn "die Zuckungen des Bogens versetzen <...> die Luft in Schwingungen, welche der erregenden Ursache, nämlich den Tönen am Mikrophon entsprechen" = 108; kommt eine analoge Medientechnologie buchstäblich zu sich, im Ent/sprechenden ("ana/log") als Sprechen selbst

- in der Schwachstromtechnik "könnte man doch niemals mit elektrischen Wellen einen Magneten erregen, wie dies zum Betriebe der Apparate nötig

ist; dazu eignet sich nur der elektrische Strom" = 114; widersprach Nikola Tesla; Tesla-Spulen und klangmodulierte Plasma-Flammen

Formen der Modulation

- "Überall im Raume sind mit den elektrischen Feldlinien die magnetischen Feldlinien unzertrennbar verkettet, der ganze Raum wird von der elektromagnetischen Wellenausbreitung erfüllt" = Szalay 1954: 427

- unterscheidet das in-der-Kommunikation-Sein von Menschen im realen Raum (samt Cocktailparty-Effekt) vom in-den-Radiowellen-sein, wo ebenso menschlich generierte Artikulationen (Stimmen, Töne) als Modulation mitschwingen; technische Generation einerseits (Rauschen), und die Tatsache, daß der Wellenfeldraum selbst schon ein kulturtechnisches Produkt ist, auf das die Artikulation aufmoduliert wird. Nicht mehr menschliche Artikulation, die ein natürliches Medium (Luft) alphabetisch-sprachlich (phonetisch) prägt, sondern eine Prägung zweiter Ordnung: doppelte Kodierung. Technisch modulierte Kommunikation: menschlich immer noch (in Prägung sowohl der Technik als auch der Modulation), aber in einer anderen Existenzweise, nicht mehr (nur) an körperliche Organe gebunden, sondern ebenso dem Sender- und Empfänger"organ" (so heißt es in den Lehrbüchern) verschrieben, eine human-technische *double-bind* von Kommunikation

- materiell wird Modulation im Fall elektronischer Verstärker, verkörpert und in Hardware gegossen in DeForests Audion-Röhre. Ihr Gitter fungiert als sich ständig verändernder Durchlaß für Elektronen. Jedes Signal, das auf das Gitter wirkt, wird dem starken Strom aufgeprägt, der zwischen Kathode (-) und Anode (+) fließt. Der Transistor, der sich später zum Kollektiv in Form integrierter Schaltungen verdichtet, operiert im Prinzip ähnlich / funktionsäquivalent, nur daß hier die Wirkungsweise eher chemisch (Emitter - Halbleiter und Metallbasis - Kollektor)

- "Ein großer Rundfunksender ist aber nicht nur dazu errichtet worden, um Nachrichten zu geben, sondern um Musik in so einwandfreier Form zu übertragen, daß für den Zuhörer ein Künstlerischer Genuß entsteht. Die Hochfrequenztechnik mußte sich zu dieser Aufgabe sehr eng mit der Elektroakustik zusammenschließen" = Szalay 1954: 446; beschränkt sich die ganze Differenz zwischen Medienarchäologie und Kultur auf die von Hochfrequenz und den darauf modulierten Sprach-, Bild- und Musikfrequenzen

- unmusikalische Modulation: NPN-Verstärkerstufe mit Gegenkopplung; "Realradio". Niederfrequenzverstärker für Tonwiedergabe soll elektrische Schwingungen möglichst unverzerrt verstärken; wird das zu verstärkende Wechsellspannungssignal über einen Kondensator auf die Basis gekoppelt und moduliert den Basisstrom

- in der Tontechnik des Rundfunks: Man "moduliert" die Sender, wenn die NF-Spannung auf den hochfrequenten Träger aufgebracht wird - also ein-

und derselbe Aggregatzustand, keine Wandlung wie physikalischer Schall in elektrische Spannungen; keine Trennung von Medium und Form, sondern *transitive* Information des Mediums (HF) als dessen Variation durch NF

- medienepistemisch neu am Radio: nicht mehr das physikalische Medium (etwa Luft), das als Trägermedium durch sprachliche Artikulation "kodiert" (moduliert) werden kann

- Modulieren als Aufprägen einer Schwingung niedriger Frequenz (etwa Sprache) auf eine Trägerschwingung hoher Frequenz; wird aufgepackt; verflüssigt / dynamisiert Heiders Unterscheidung von Medium und Form

- auf Empfängerseite demoduliert: Trägerwelle abgetrennt von Tonfrequenz

- werden hohen, breitbandigen Sendefrequenzen die in elektrische Schwingungen umgewandelten Töne und Bilder "aufgeprägt" (Hans Rindfleisch, Technik im Rundfunk, Norderstedt 1985, 16)

- modulierten Ausschnitt aus Frequenzspektrum in Trägerfrequenz "nennt man Kanal" <ebd.> - Virtualisierung des Kanals, der seinerseits artifiziell aufgebaut wird, quasi immateriell, "will man die elektrischen Wellen als Träger zur Übermittlung von Tönen und Bildern nutzen" <ebd.>

- wird "Medium" als elektromagnetisches Feld für technische Radiosendung (anders als "Naturradio") erst künstlich aufgebaut, dann moduliert / kodiert; Töne und Bilder werden, in elektrische Schwingungen umgewandelt, den Sendefrequenzen (Trägerfrequenzen), die wesentlich höher sein müssen, aufgeprägt" = ebd.; damit im physikalischen Sinne "medien" u n abhängig

- "Ein Signal zu `modulieren´ heißt, ihm ein anderes Signal aufzulagern" = James Monaco, Film verstehen, Reinbek 1995, Kapitel "Die Technologie der mechanischen und elektronischen Medien", 460

- Amplituden- oder Frequenzmodulation: hier Intensität, dort *Zeit selbst als Kriterium*); Rundfunk-"Inhalt" immer schon (auch) "Information" als Modulation

- tonaler Klang nicht schon eine Form der Modulation, nämlich des reinen Sinus-Grundtons durch Harmonische, also Oberschwingungen; Unterschied zur elektronischen Modulation im Radio liegt darin, daß hier der "Grundton" selbst ein eigenständiges, für den Hörgenuß nicht merkbares aus ausgesiebtes Trägermedium darstellt

- hat sich Begriff "Modulation" in der Tontechnik des Rundfunks angeblich eingeschlichen und soll falsch sein, denn man "moduliert" die Sender, wenn die NF-Spannung auf den hochfrequenten Träger aufgebracht wird, also ein- und derselbe Aggregatzustand, keine Wandlung wie physikalischer Schall in elektrische Spannungen; keine Trennung von Medium und Form, sondern *transitive* Information des Mediums, d. h.

Variation des Mediums (HF) selbst (durch NF); von Fritz Heider formulierte Ding-Form-Differenz, von Niklas Luhmann als Medium-Form-Differenz aufgegriffen, rekurriert noch auf eine kurze, medienphysikalische Materie (Aristoteles' *to metaxy*); anders - nämlich auf einer medienepistemisch verschobenen Ebene - verhält es sich mit der Auslenkung des fokussierten Kathodentrahles (TV) und mit der NF-Modulation von HF-Radiowellen: herrscht kein kategorialer Wesensunterschied zwischen moduliertem elektromagnetischem Feld und dem Elektromagnetismus der Modulation (elektrostatistische / magnetische Ablenkung des Kathodenstrahles; einmal elektrisch, einmal magnetisch, gegenstellige Modulation, besser: Induktion

- "Modulation" nichtlineare Verknüpfung zweier oder mehrerer Zeitfunktionen; NF-Spannung

- Physiker spricht von Modulation immer dann, wenn irgendeine Größe zeitlich oder auch räumlich nicht konstant ist, im engeren Sinne periodische oder quasiperiodische, im weiteren Sinne schlicht nicht-monotone Änderungen (begrenzter Wertebereich, Änderung um einen Mittelwert) gemeint: eine Magnetisierung sein, eine Spannung oder ein Strom sein; daher ein NF-Signal selbst schon nichts anderes als eine modulierte Spannung, Amplitude, Phase oder Frequenz

- Schallplatte: wird die Oberfläche der Tonrille durch einen Tonabnehmer mechanisch abgetastet und diese Bewegung in elektrische Modulationsspannung umgewandelt; Musikinstrumenten: werden Tonabnehmer eingesetzt, um die Schwingung des Instruments in elektrische Wechselspannung umzusetzen

- Modulation des Zeitkanals selbst; Bild des Verfließens von Zeit; dem entspricht die Trägerfrequenz. Darauf werden Abweichungen moduliert, wie der Kiel eines Schiffes quer zu den gleichverteilten, gleichwahrscheinlichen Wellen auf dem Meer eine dezidierte Spur fräst, quasi als Schrift (im Fall der Schallplatte: Seitenschrift) gegenüber der Trägerfrequenz Zeifluß

- wandelt Lautsprecher die demodulierten, von der HF übertragenen elektromagnetischen Ströme wieder um in Luftschwankungen; übertragender Rundfunk selbst schon latente Sendung (Sprache / Musik), insofern seine Kanalkodierung optimal in Hinblick auf diese finale Rückwandlung hin geschieht, implizites Radio

- Trennung von Trägerfrequenz und Modulation selbst eine metaphysische: "Betrachtet man jedoch die Schwingungen eines Trägers als Sonderfall der Modulation," - ganz wie der Rechteckimpuls ein Sonderfall, eine Zuspitzung der fourier-analyisierbaren Sinusschwingungen ist- "so ist es selbstverständlich, daß beide Fälle nach der gleichen allgemeinen Theorie behandelt werden können. Der Verfasser schlägt vor, den Grenzfall des schwingenden Trägers als *Grenzmodulation* zu kennzeichnen." <H. Raabe, Untersuchungen an der wechselzeitigen <!> Mehrfachübertragung (Multiplexübertragung), in: Elektrische Nachrichtentechnik Bd. 16, Heft 8 (1939), 213-228 (216)>

- Flankendemodulation: empfängt ein KW-Empfänger auf einer bestimmten Frequenz auch UKW-Radio, wenngleich verzerrt.

Radio unmittelbar hören

- definiert Karl Ernst von Baer "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"; korreliert von Baer Lebenszeit und Taktung der Wahrnehmung, so daß eine Stauchung des Menschenlebens auf 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; diesen Gedanken nicht nur in Hinblick auf die Chrono- und Momentphotographie (Étienne-Jules Marey, Edward Muybridge, Ernst Mach) weiterdenken, sondern darüber hinaus ins Reich der elektromagnetischen Wellen (Bernhard Siebert)

Radio mobil hören

- Radio im Zeichen mobiler elektronischer Funkgeräte: Podcast im Internet, unterwegs auf Handys, Tablet-PCs und MP3-Playern. "Die Notwendigkeit, live zu hören und am Stück, gehört der Vergangenheit an. Dennoch verläuft jede Sendung linear in der Zeit und erfolgt stets in eine Richtung: von der Sendeanstalt zu den Hörern am Radio. Lässt sich diese Linearität aufbrechen?" = Feature SWR, Almut Schnerring & Sascha Verlan

Sender Königs-Wusterhausen

- Radio zunächst vom Funken, von der Telegraphie her gedacht und praktiziert, zur drahtlosen Morse-Übertragung; Militär verbietet Mithören; zunächst Wechselerverkehr zwischen je einem Sender und einem Empfänger, nicht *broadcast*. Erste stationäre radiotelegraphische Versuchsstation 1906 Nauen; Eingang von Sprache; Bandbreite von Musikübertragung zunächst nicht erreicht und nicht gewünscht (Kommando unterbindet Bredows Experimente von Musikübertragung in Schützengräben WKI)

- anfangs noch sukzessive Umstellung der Antennen von Senden auf Empfang

- Wegfall Seekabel Emden-Vigo (Spanien) in WKI; daher Heeressendung Königs-Wusterhausen aktiviert, tägliche Heeresberichte "An Alle".

- Ausstellung *Der Weltkrieg 1914-1918. Ereignis und Erinnerung* (Deutsches Historisches Museum Berlin, Mitte 2004) zeigt Hans Bredow bei

Funkversuchen 1917: die Geburt des deutschen Rundfunks; entstand Radio als Format weniger aus militärischer Übertragung denn zu Unterhaltungszwecken der Soldaten an der Front / in geschlossenen Gräben / Räumen / Bunkern

- November 1919 "Experimentalvortrag" Hans Bredow in URANIA Berlin; Musik- und Sprachübertragung auf Bühne aus Versuchssender durch Lautsprecher stark verzerrt; bleibt beim Publikum der Eindruck von Unzulänglichkeit; Brechts Radiotheaterstück *Lindberghflug*

- werden technoepistemische Dinge, einmal gefunden (Michael Faradays Entdeckung der Induktion; Heinrich Hertz' Wellendetektion, also "Radio" im elektrophysikalischen Sinn), solange anthropozentrisch traktiert, bis sie zur Selbstreferenz des Menschen (Stimme, Musik) als Massenmedium Radio werden - eine Verkümmern des elektrophänomenalen Spektrums, aus dem das massenmediale Radio nur ein Ausschnitt ist, der aber fast alle anderen Optionen im kulturellen Bewußtsein verdeckt - Optionen, die umfassender sind (Feld medienarchäologischer Analyse)

- ab 1920 Versuche, Schallplattenmusik zu übertragen; Bandbreite der Kohlenmikrophone zunächst nur auf Sprachfrequenzbereich ausgerichtet; musik benötigt Mindestbandbreite von 100 Hz bis 10 kHz, um einzelne Musikinstrumente unterscheiden zu können; 22. Dezember 1920 Weihnachskonzert der Ingenieure / unter Mitarbeit der Postbeamten des Senders Königs Wusterhausen (Hauptfunkstelle); 8. Juni 1921 Übertragung der Oper *Madame Butterfly* aus Staatsoper Berlin; vgl. Ungarn, früher Einsatz des Telephons für Konzertübertragung; ab November 1921 in Deutscher Reichspost Modulierung der Telefoniesender von Königs Wusterhausen über Telephon-Fernleitung ("Fernbesprechung"); zunächst vom Telephonlabor des Telegraphentechnischen Reichsamtes Berlin aus

Radio (technisch "Funk")

- "Ein Radio (v. lat.: *radius* = der Strahl) ist ein Gerät zum Empfang von Hörfunksendungen; diese werden bei herkömmlichen Radios von einem terrestrischen Radiosender über elektromagnetische Wellen oder als hochfrequente elektrische Signale über Kabel ausgesendet. Die empfangene Information wird im Wesentlichen in Schall umgewandelt" = Wikipedia

- beginnt Geschichte des Radios, wenn es ereignishaft wird (Marconi); endet seine medienarchäologische Inkubationsphase: Entdeckung der elektromagnetischen Wellen, die zunächst unspezifisch bleiben in Hinblick auf ihre Realisierung

- beginnt Geschichte des Radios wenn es ereignishaft wird (Maconi), oder schon mit Entdeckung der elektromagnetischen Wellen, die zunächst unspezifisch bleiben in Hinblick auf ihre Realisierung?

- Wellenausbreitung in Wasser gleichmäßige Fortpflanzung; Wellentäler breiten sich als Sinuskurven aus; elektromagnetisches Feld wird aufgebaut um Sender herum, anders als Schallwellen

- Wellenlänge λ der Weg, den eine Sinusschwingung (zwischen zwei Hochpunkten) zurücklegt; Streckenbezeichnung

- Radio als technische Apparatur *kein* akustisches Medium; systematisch in die Medienarchäologie der Übertragungsmedien einreihen, Funk-Medien; Modulation als Aufprägen einer Schwingung niedrigerer Frequenz (etwa Sprache) auf eine Trägerschwingung hoher Frequenz; Heiders / Luhmanns Unterscheidung von Medium und Ding / Form; auf Empfängerseite demoduliert: Trägerwelle abgetrennt von Tonfrequenz

- das Neue an Radio: nicht mehr nur physikalisches Medium (etwa Luft), das als Trägermedium kodiert werden kann; hohen, breitbandigen Sendefrequenzen werden die in elektrische Schwingungen umgewandelten Töne und Bilder "aufgeprägt" = Hans Rindfleisch, Technik im Rundfunk, Norderstedt 1985, 16; modulierten Ausschnitt aus Frequenzspektrum in Trägerfrequenz "nennt man Kanal" = ebd. - Virtualisierung des Kanals, der seinerseits artifiziell aufgebaut wird, quasi immateriell, "will man die elektrischen Wellen als Träger zur Übermittlung von Tönen und Bildern nutzen" = ebd., sondern ein "Medium" wird als elektromagnetisches Feld erst künstlich aufgebaut, dann moduliert / kodiert; Töne und Bilder werden, in elektrische Schwingungen umgewandelt, den Sendefrequenzen (Trägerfrequenzen), die wesentlich höher sein müssen, aufgeprägt" <ebd.>. Damit im physikalischen Sinne "Medien" *unabhängig*

- "Ein Signal zu 'modulieren' heißt, ihm ein anderes Signal aufzulagern" = James Monaco, Film verstehen, Reinbek 1995, Kapitel "Die Technologie der mechanischen und elektronischen Medien", 460; Amplituden- oder Frequenzmodulation; einmal also Intensität, einmal Zeit selbst als Kriterium. Damit ist Rundfunk-"Inhalt" immer schon (auch) "Information" (im Sinne Wieners) als Modulation; materiell aber wird diese Modulation im Fall elektronischer Verstärker, verkörpert und in Hardware gegossen in DeForests Audion-Röhre. Ihr Gitter fungiert als sich ständig verändernder Durchlaß für Elektronen. Jedes Signal, das auf das Gitter wirkt, wird dem starken Strom aufgeprägt, der zwischen Kathode (-) und Anode (+) fließt. Der Transistor, der sich später zum Kollektiv in Form integrierter Schaltungen verdichtet, operiert im Prinzip ähnlich, nur daß hier die Wirkungsweise eher chemisch denn physikalisch ist (Emitter - Halbleiter und Metallbasis - Kollektor)

- NS Volkeempfänger VE301 (VE = Volksempfänger "301" steht für 30. Januar 1933); heute 10 Hauptsender deutschlandweit, 17 Nebensender, verteilte Programmzuführung

Immediate Radiowelten

- Radio / Telepathie 1897; spekuliert William Crookes, Diskursstifter des Begriffs "Radio", "daß das Gehirn ein Zentrum hat, das diese Strahlen verwendet wie unsere Stimmbänder die Klangvibrationen erzeugen" und diese dann "aussendet, mit der Geschwindigkeit von Licht, um damit direkt einzuwirken auf ein Empfangs-Ganglion eines anderen Gehirns. Auf diese Weise können [...] die Phänomene der Telepathie und die Übertragung einer Botschaft von einer Empfindung auf eine Andere über lange Entfernungen in den Bereich einer Gesetzlichkeit gebracht und begriffen werden" = zitiert nach Hagen 2005: 45

- Abgleich Readertext Fröhlich 1940 mit 22. Auflage (1960 / 70): Was verschwindet, ist der "Äther". Dafür aber 1940 der "Radiomann" als einleitende Karikatur, Radio anthropomorph. Hinweis auf damaligen Diskurs der Telepathie: Forschungen nach Empfangsfähigkeit des Hirns für elektromagnetische Wellen

- Hagen 2005: 9-29, zur Medienarchäologie und Epistemologie des elektrischen Funkens und des Elektromagnetismus (im Kern: Hertz)

- Kristalldiode erster Halbleiter, gefunden durch Ferdinand Braun, dessen Name medienarchäologisch nicht nur für die Bildröhre als Meßmedium steht. Kristalldiode, bestehend aus einem sichtbar großen Kristall (etwa Pyrit) und einer beweglichen Kontaktfeder, diente in der Radioepoche vor dem Einsatz von Vakuumröhren der Gleichrichtung der ohne Verstärkerstrom direkt aus dem Äther empfangenen elektromagnetischen Wellen (Radio, reduziert auf seine elementarsten Bauformen). Die Membran des Kopfhörers könnte sonst den raschen Frequenzen mechanisch nicht folgen - also nur der Hüllkurve; Fröhlich 1940

- "Außer in den abstrakt-mathematischen Gleichungen der Maxwell'schen Theorie, deren Gültigkeit Hertz durch seine Versuche beweist, wird jeder Versuch, Radio als ein Medium technologisch zu realisieren, von der epistemologischen Differenz der Scheinbildhaftigkeit geprägt sein. Die stupende Flüchtigkeit und Transienz der Epochen der Radiogeschichte folgt aus dieser Historik der epistemologischen Differenz. Das aufgelassene Experimentiergerät stellt den ersten prägenden Aspekt der europäischen Radiogeschichte in den Mittelpunkt. Hertz ›sieht‹ nicht, wie aus seiner Entdeckung eine brauchbare Technologie, etwa im Sinne einer Erweiterung des Telefons, entstehen könnte. In Europa (auch in den USA) entsteht das Radio nicht aus einem akademisch-universitären Diskurs, sondern aus einer gleichermaßen gegenmodern-spiritistischen wie militärischen Perspektive. In Europa ist der entscheidende spiritistische Einsatz dabei die ›Erfindung‹ des ersten brauchbaren Empfangsgerätes (»Kohärer«) für elektromagnetische Wellen, das in der Folge den Militärs das Radio ermöglicht" = Hagen 2005

- das Radio ein materielles oder nicht vielmehr ein kartesisches Ding? "Ohne die Mathematik der Frequenzen und die Physik des Elektromagnetismus könnte 'die Technik' den Menschen, der ja nicht mehr ihr Schöpfer heißt, schlechterdings nicht historisch prägen" = Kittler 2000: 232

- Medientheorie als Archäologie von Technizität
- Shintaro Miyazakis und Martin Howses Sonifikation des elektromagnetischen Umfeldes; KW-Radio als immediates Radiohören. Siehe auch Christina Kubischs "Electric Walks"; ferner Paul DeMarinis. Tracing Mobility-Event: <http://trampoline.org.uk/tracingmobility/events/event/shintaro-miyazaki-project-detektors>
- Radioastronomie; Radio als "Sinnesprothese", die auf der Erde Dinge hat wahrnehmen lassen, welche sonst im Verborgenen geblieben: Rotverschiebung von Galaxien, ausgewählte Wellenlängen wie der H2O-Linie, generell die Ausbreitung von Elektromagnetischen Wellen im luftleeren Raum

Der "Volksempfänger"

- NS Volksempfänger VE301 (VE = Volksempfänger; "301" steht für 30. Januar 1933)
- 10 Hauptsender Deutschlandweit, 17 Nebensender, verteilte Programmzuführung
- hängt "historische" Dimension des Volksempfängers medienphänomenologisch am Eindruck, dem Design, der Erkennung der Form des Gehäuses; wird sofort in einem vorweg aus Abbildungen oder Rundfunkmuseen erlernten Kontext (Rundfunkpolitik im III. Reich) eingeordnet
- als solcher der "Volksempfänger" tief im kollektiven Gedächtnis der Deutschen haften geblieben; von daher konnte sich der Quelle-Versandt erlauben, in den frühen 70er Jahren eine Neuauflage dieses Radios im alten Design (und ergänzt um UKW-Empfang) zu lancieren; "Volkesempfänger" Saba-Radio DKE 38 (gebaut 1938-45); fast gleiches Design: Rundfunkempfänger Quelle-Universum DKE (W 111) 1973-78, doch hier anstelle Drehscheibe Skala für MW und (neu) UKW; innen 2D-Platine statt diskreter 3D-Aufbau
- gewährt Entschalung des historischen Radios, also die Freilegung von Chassis und Lautsprecher des VE, einen unsentimentalen Einblick (wirkliche *Medientheoría*) in dieses Verhältnis. Im Vordergrund steht dann die technische Funktion, medienarchäologische Zeit des Mediums, das sich erst im Vollzug entbirgt; dem gegenüber hängt der historische (Medien)Diskurs am Gehäuse
- bevor "Tonmöbel" die Selbstaussage des technischen Geräts; blanker technischer Aufbau war es zuallererst, der offene Aufbau des OE333 oder die nachfolgenden Radiokästen (als buchstäbliche *black boxes*) verkörpern es

- ein Gerät wie der "Volksempfänger", elektrotechnisch wieder in Funktion versetzt, empfängt nicht die Stimme von Goebbels, sondern den aktuellen stärksten Mittel- oder Langwellensender. Im Unterschied zu einer altgriechischen Plastik im kulturhistorischen Museum, die ebenfalls einen transhistorischen Appellcharakter hat, da sie menschliche Sinne (Ästhetik) nach wie vor unmittelbar anzusprechen, zu adressieren vermag, spielt sich die Gegenwärtigkeit des historischen Radios nicht vollständig anthropozentrisch, sondern nach eigenen, technologischen Regeln ab, die wohldefiniert und über längere Epochen stabil sein müssen, soll es gegenwartsaktiv weiter wirksam sein können

- empfängt ein OE 333 (der doppeltriodenbasierte "Ortsempfänger" von Loewe) von 1926 am 1. Januar 2007 eine philharmonische Aufführung von Haendels *Messias* per Funk, ist das Gerät nicht in einen historischen Zusammenhang gestellt (das gilt eher für die Historizität dieser Musik, dargelegt im historisierenden Kommentar in der Konzertpause), sondern in einen funktionalen *bestellt*, ein unhistorischer *Funktionszusammenhang*, in dem in diesem Moment nur zählt, ob und daß seine Bauteile funktionieren, sonst gibt es keinen Empfang; artikuliert sich das Historische in der Fehlfunktion beim Empfang des Mittelwellensenders, die sich im Prinzip der Antennenkopplung, die im OE 333 am Werk ist, einstellt - und unversehens ist aus einem *zuhandenen* Medium ein *vorhandenes* (im Sinne Heideggers) geworden

- bedeutet Empfang von aktuellem Radio mit einem historischen Apparat dessen Enthistorisierung im Moment des Vollzugs - eine Ent/fernung (im Sinne Heideggers), die nicht nur alle mit den telekommunikativen Medien einhergehende geographische, sondern auch alle makrozeitliche Distanz kurzschließt. Medienarchäologie sinniert über diesen Kurzschluß und ist mehr an dieser seltsamen Zeitfigur interessiert denn am sogenannten historischen Kontext.

- Radio, ahistorisch: ist einer Elektronenröhre Marke Telefunken in einem *Volksempfänger* der 1930er Jahre ausdrücklich neben den technischen Angaben das NS-Hakenkreuz des Deutschen Reiches aufgestempelt. Doch in dem Moment, wo diese Röhre als Teil der Radioschaltung aktuell einen Mittelwellen-Nachrichtensender zu empfangen verhilft, ist sie *kein* historischer Gegenstand.

- Volksempfänger aus der Zeit des Dritten Reiches empfängt auch heute noch Mittel- und Langwellensendung, nun in Form europäischer Programme; ändert sich die Modulation durch das niederfrequente Signal (der semantische "Inhalt"), nicht die Botschaft des Mediums: die technischen Parameter seiner Trägerfrequenz

- gründet Heideggers Kehre "im Eingeständnis, daß kein wie auch immer geschichtliches Dasein den Rundfunk hat erfinden können, sondern daß gerade umgekehrt technische Medien wie etwa der Rundfunk über geschichtliche Weisen dazusein bestimmen" = Friedrich Kittler: Eine Kulturgeschichte der Kulturwissenschaft. München (Fink) 2000, 237

Sender Gleiwitz / Ausbruch WKII

- fingierter Angriff auf den Sender Gleiwitz, der einen Vorwand für den Angriff auf Polen liefern sollte; am Tag des Überfalls kein eigenes Programm, sondern von Radio Breslau gesendet, also in Gleiwitz kein Nachrichtensprecher am Mikrophon saß, keine Beiträge "live" gesendet; mit einem sogenannten Gewittermikrophon (Notfall) eine Durchsage gesendet, aber nicht im Ausland zu empfangen
- simulierter polnischer Überfall auf den deutschen Radiosender Gleiwitz begründet, basierend auf einer Tonkassette; so real schaltet die vormalige Geschichte auf Medienzeit um; Simulation von Funk, Gegenstück zum Funkloch; Turm in Gleiwitz steht noch; Untersuchen Jürgen Runzheimers, Oktober 1962 in den Dt. Vierteljahresheften f. Zeitgeschichte (Hinweis Jan-Claas van Treeck)

Implizites "Radio"

- Mobilfunktelephonie, nur eben digital moduliert, und im Hochfrequenzbereich
- Magnetresonanz-Bildgebung in der Medizin. Auch im Ruhezustand feuern Neuronen. In der Kernspin-Tomographie liegt Patient in einem starken Magnetfeld; Ausrichtung der Wasserstoffatome im Körper werden mit Radiowellen gemessen

Radionotizen

- Oktober 1957 als erster Erd-Satellit der russische Sputnik 1; konnten Originalsignale per Radio gehört werden
- das *Vernehmen* elektromagnetischer Wellen (Ionosphäre im Kurzwellenradio) als akustisches zugleich ein medientheoretisches; Sendung / Empfang zwischen *fading in* und *fading out*, und Rauschen eine akustische Versinnlichung / Sonifikation von Maxwells Mathematik der elektromagnetischen Felder
- Formen von Elektromagnetismus nicht notwendigerweise in einer zum Empfang durch Radioempfänger geeigneten Form
- Übertragungskodierung geschieht in Hinblick auf die Kanalkapazität, für die größtmögliche Komprimierbarkeit und hinsichtlich von Geräten, die den Empfang durch Transduktion an menschliche oder mechanische Empfänger kommunizieren; Analyse der Stimmübertragung in diskrete Frequenzbänder für Vocoder

- beschreibt Heidegger in GA Bd. 45. 179, daß das Wort *techné* bei Platon den *vernehmenden* Bezug zum Seienden als solchen meint = paraphrasiert ebd., 182; kommt im Radio ein Vernehmen des Seins als Geschick zu sich, doch auf zeitkritischer, mikrotemporaler Ebene; "Technik ist in ihrem Wesen ein seinsgeschichtliches Geschick der in der Vergessenheit ruhenden Wahrheit des Seins. Sie geht nämlich nicht nur im Namen auf die *téchne* als einer Weise des *aletheúein*, das heißt des Offenbarmachens des Seienden."

- Oszilloskop an KW-Lautsprecher anschließen: Kurzwellenradio sehen. Sprache, Musik, Geräusche als Signalkurven: Sprache wirklich und buchstäblich als Signifikantenstrom sehen - der aber nicht chaotisch ist, sondern in seinen Ausdifferenzierungen und Schwankungen ein Bild von Semantik gibt, selbst asemantisch

Radioastronomie

- Max-Planck-Institut für Ionosphärenforschung

- Weltraum-Funk (Gagarin) auf Schallplatte: 'Conquest of Space'; macht gerade seine nicht-archivische Qualität es medienarchäologisch attraktiv; Aufnahmemedium artikuliert sich selbst mit, statt allein kulturelle Semantik zu transportieren; Mitschnitt der Aufführung von Donezettis *Lucia di Lammermoor* in der Mailänder Scala 1954: nach einer Weile, gleich außerirdisch, interferiert eine Radioübertragung im Mikrofon ("Übersprechen")

- rühren technisch angeeignete physikalische "Medien" wie das zur Linse geschliffene (aristotelische Marien-)Glas (Teleskop / Mikroskop) an einen epistemologisch entscheidenden Grenzpunkt: die Erweiterung menschlicher Sinnesorgane (hier: Augen) bleibt noch im anthropologisch vertrauten Horizont von Kulturtechniken als symbolischen "extensions of men". Wie am Okular eines Teleskops in der Archenholz-Sternwarte von Berlin: Augen-Blick aus dem geöffneten Kuppeldach auf den Vollmond in sternenklarer Winternacht; Vergleich mit der Aufsicht seiner Oberfläche durch die Linse (gleich einem optischen Spielzeug). Im Übergang: das Newtonsche Prisma. Vollends anders aber verhält es sich mit der medieninduzierten Wahrnehmung dessen, was menschlichen Sinnen ansonsten vollständig verborgen war und bliebe - Stichwort "Radioastronomie"; Spektroskopie = Zerlegung von Strahlung in ihre Bestandteile. Licht = Gemisch von elektromagnetischen Wellen verschiedener Frequenzen; wird in einem Spektralapparat zerlegt, die einzelnen Lichtanteile nach ihrer Frequenz (bzw. Wellenlänge) angeordnet = M. Scholz, Kleines Lehrbuch der Astronomie und Astrophysik, Bd 2: Teleskope, Detektoren, Methoden, E-Book-Ausgabe 2009, 35; anders verhält es sich mit der medieninduzierten Wahrnehmung dessen, was menschlichen Sinnen ansonsten vollständig verborgen war und bliebe - Radioastronomie

- handelt es sich bei der Radiostrahlung wie bei der optischen Strahlung (gemeinhin als "Licht" bezeichnet) um elektromagnetische Strahlung. "Ihr Nachweis und die Messung ihrer Intensität, Richtung und spektralen Verteilung erfordern jedoch z.T. ganz andere Verfahren als in der optischen Astronomie üblich sind. Das liegt hauptsächlich an der Wellenlänge der Radiostrahlung" = Scholz 2009, 74; phänomenologischer, medienanthropozentrischer Kurzschluß, die aus solchen Signalen gewonnenen Daten wiederum zu sonifizieren, für Zeitmustererkennung im menschlichen Zeit

- muß eine schwache, von der Antenne aufgenommene Strahlung der kosmischen Objekte "durch die Empfängerelektronik soweit verstärkt und dabei vom Rauschuntergrund getrennt werden, daß am Ende der Meßstrecke ein auswertbares Signal vorliegt, welches man einem bestimmten Ort am Himmel zuordnen kann. Der erste Schritt besteht dabei in einer Verstärkung des Eingangssignals mit Hilfe eines meist gekühlten <...> und damit rauscharmen Vorverstärkers" = Scholz 2009, 79; Verfahren mit Zwischenfrequenz kommt hier zum Zug: der Überlagerungs-("Heterodyn"-)Empfänger im klassischen Radio; wie steht es um die "fidelity" des solchermaßen verstärkten fragilen Signals: vertrauenswürdig, oder ist es im Prozeß der Verstärkung transformiert worden in die Botschaft des Verstärkers selbst? Frage stellt sich schon für alle Kymographen und Meßapparaturen des 19. Jahrhunderts; betrifft vor allem die Hörbarmachung, also Sonifikation von "Radiosignalen" aus dem All

- bleibt die Langwelle, nachdem Deutschlandradio nicht mehr auf Langwelle sendet und diesen Sendekanal damit historisiert hat, unter extrem umgekehrten Bedingungen in Radioastronomie aktuell, nicht-historisiert; Radiogalaxien lassen sich fast nur im langwelligen Radiostrahlungsbereich messen. Energiequelle ist ein aktiver galaktischer Kern; insofern *sendet* auch Sonnensystem seinerseits "Radio". Je weiter eine solche Galaxie entfernt ist, übertrifft ihre Strahlungsleistung bisweilen im Radiobereich diejenige im sichtbaren Spektralbereich = Wikipedia; keine Frage mehr von "Audiovisualität"

- Vorschlag zur Kennzeichnung radioaktiver Endlagerstätten: Radiostrahlung selbst zur Botschaft machen; Radio hier der Detektor verbotener Strahlenszonen der Zukunft

- radioaktive Lagerstätten: Materie, die aktiv Signale ausstrahlt. Nuklearer Abfall, *per definitionem*, ist "radio"aktiv; warum also nicht diese Strahlung selbst als Basis für kontinuierliche Signalisation nehmen? "Every form of physical energy propagation can be used as a channel for conveying messages" = Sebeok 1985: 459

- radio-sonifikation an option of indicating the degree of radio-active decay itself - and not just "acoustically" coded images as in the case of the Voyager disc or acoustic records from noises, sound and ethno-music recorded on earth

- Cygnus A eine der hellsten Radiogalaxien mit aktivem Kern; entdeckt zunächst als Objekt im Jahre 1939; "als Ansammlung diskreter Objekte wurde es <...> 1946 in England identifiziert" = Wikipedia; Radiogalaxie Cygnus A im Sternbild Schwan kulturell einschlägig und hörbar geworden; verwendet Elektronik-Musiker Robert Schröder die Radiosignale von Cygnus A über einen Audioverstärker als Hintergrundrauschen zu seinem Album *Galaxie Cygnus A* (Hinweis Stefan Höltgen); ein "bequemes Zeichenverhältnis" (G. E. Lessing) zwischen Musikelektronik und Radioastronomie?

- technisches "Ohr" das Radioteleskop, dessen Seh-Begriff selbst metaphorisch wird. Die Vergrößerung seines "Ohrs" (die Antennenschüssel als Spiegelteleskop) ist nicht die Lösung für noch größere Ent-Fernung (i. S. Heideggers)

- Auflösungsvermögen von Radioteleskopen zu steigern, ohne die Größe der Einzelantennen ins Unermeßliche wachsen zu lassen: Interferometrie. "Dazu müssen mindestens zwei Radioteleskope, deren Abstand größer als ihr Einzeldurchmesser ist, so verbunden sein, daß ihre Signale sich elektronisch kombinieren lassen. Auf diese Weise erhält man quasi ein 'virtuelles' Radioteleskop mit einem Durchmesser und einem Auflösungsvermögen, das ihren Abstand entspricht" = M. Scholz , Kleines Lehrbuch der Astronomie und Astrophysik , Band 2: Teleskope, Detektoren, Methoden, E-Book-Ausgabe 2009, 82

- Gegenstand astronomischer Analyse elektromagnetische Strahlung, die von kosmischen Objekten emittiert, reflektiert, gestreut oder verändert wird - das gesamte Strahlungsspektrum vom kurzwelligen Bereich der Gammastrahlung bis hin zu langwelligen Radiowellen, "wobei jedoch ein beträchtlicher Teil des elektromagnetischen Spektrums aufgrund der Absorptionwirkung der Erdatmosphäre von der Erdoberfläche aus unzugänglich ist"¹⁶⁴

EM-Sniffing

- Van-Eck-Phreaking (Bildschirm); EM-Sniffing und Sonifikation

- Pulsweitenmodulation (PWM) sowie PPM (Phase); 35 MHz als Modellfunk-Frequenz; Hubschraubermodell, das nicht funkgesteuert ist, sondern seinerseits den besten Empfang sucht, nach dem Modell der Chemotaxis (Tropismen): Suche entlang der Gradienten. Problem: Interferenz von Störungen. Applikation im digitalen Katastrophenfunk: Zusammenbruch des Netzes (fragmentierte Netze) erfordern die Suche nach intakten Knotenpunkten

- *Ethermapping*, medienkünstlerische Arbeiten von Zita Joyce (Neu Seeland): Vermessung der Radioaktivität um Auckland herum. Deren

verwandte Arbeit *Tales of the Ether*, so Oswald Berthold, "emphasizes the radiosphere's *cairotic*, sprich: zeitkritisches Moment, time-varying propagation conditions (soil sanity, atmospheric conditions) and temporally confindesource activity"

- Rasa Smite / Daina Silina / Armin Medosch (Hg.), *Waves. Electromagnetic waves as material and medium for arts* (Nr. 6 in *Acoustic Space*), RIXC (The Center for New Media Culture), Ausstellungskatalog Riga 2006, 174

- KW-Empfang als "Wetterbericht", *Zeit-Wetterwolken* mihin

- Joe Banks, *Rorschach Audio. Art & Illusion*, London (Strange Attractor Press) 2012 ("electronic voice phenomena" and other techno-spiritisms)

sonArc::ion - der domestizierte Blitz #2

- Zwischenwelt von physikalischer Elektrizität und ihrer wissentlichen Aneignung als Elektronik; nach einem Jahrhundert (Patente de Forest / von Lieben 1906) erinnert die *steuerbare* Elektronenröhre daran, wie elektrischer Makrokosmos (also Ionosphäre, Blitz und Magnetfelder) mikrokosmisch handhabbar und damit Energie trägheitsfrei in Information transformierbar wurde; Buchstaben *Tesla* unversehens nicht nur als Eigenname lesbar, verbunden mit Versuchen der hochfrequenten Übertragung von Energie, sondern auch als Akronym für die Technologien des Schwachstroms, die Möglichkeitsbedingung aktueller Informationsgesellschaft

- orientiert sich Medienkultur in dieser Zwischenwelt weniger mit den Augen denn mit den Ohren. Amplitudenmoduliertes Kurwellenradio, dessen physikalisch analoge Epoche sich in Zeiten von Digital Radio Mondiale zuende neigt und daher immer auch mit melancholischen Subharmonien vernommen, nicht nur als internationales Kommunikationsmedium, sondern als Medium der Kommunikation zwischen Himmel und Erde (zwischen Ionosphäre und Erdung) begreifbar, sofern mit medienarchäologischen Ohren erhöht. Störung wird hier zum Wetterbericht und zu Nachrichten aus der wirklichen Welt, der *physis*.

- weniger nach Sein oder Wesen, sondern nach den Funktionen der operativen, medientechnischen und techno-logischen Ebene fragen - also nach Medien, deren *logos* sich erst im operativen Vollzug entbirgt. Erst hier widerfährt uns das Wesen der Medien - nämlich in ihren Vollzugswe(i)sen, und das meint: Zeitweisen: eine Mikroebene von Temporalität; Frage nach dem Verhältnis von Sein und Zeit spitzt sich zeitkritisch zu

- gegenüber ontologischer Bestimmung des Phänomens Elektrizität Kybernetik: "Legt man also die vom Detektor gleichgerichteten Schwingugne auf das Gitter einer Radoröhre und steuert mit diesen Impulsen den zur Anode fließenden Strom <...>, dann lassen sich im

Kofphörer die drahtlosen Zeichen viel deutlicher wahrnehmen."¹⁶⁵

- geht eine Epoche zuende; jener Elektrotechnik, die mit Oersted/Faraday/Maxwell/Hertz einsetzte. Gegenwärtig eine letzte Generation von Fernseh- und Radiomeistern, die sich beharrlich dem Denken des Digitalisierten (Computers) verweigern; hinterlassen anderthalb Jahrhunderte elektrotechnischer Wissenskultur; dies der Moment, jenes Wissen medienepistemologisch zu durchdenken, auf Begriffe bringen, die über die elektrotechnische Anwendung hinausweisen

- Differenz elektrisch / elektronisch; McLuhans Apotheose der Elektrizität, *versus* digital / mathematisiert

- hat Analogradio als Kurzwellenempfang in einer anderen Weise Anteil an der Welt (als *physis*), als es das Digitale Radio im pythagoreisch-mathematischen Sinne ist; Analogempfang "gerade als physikalische Gebilde" unscharf, weil er "am unaufhörlichen Rauschen des Realen" teilhat; gerade im immer drohenden Zusammenfall von Signal und Rauschen dräut das Reale = Kittler, unter Bezug auf: John von Neumann 1967, 144 f.; ist es "dieser immer drohende Zusammenfall von Signal und Rauschen, der unser technisches Konzept vom Realen radikal vom Kosmos der Philosophen unterscheidet"¹⁶⁶, von jenem Wunsch nach Wohlgeordnetheit (*kosmos*), der für altgriechisches Wissenwollen einen Denkhorizont bildete. Barkhausen ließ 1917 im früheren Deutschsüdwestafrika "das Rauschen der Atmosphäre selbst untersuchen, weil es als Störung von Radionutzsignalen physikalisch nicht zu unterscheiden war" <Kittler ebd., unter Bezug auf Thomas Pynchon, V., Toronto / New York / London / Sydney 1963, 213>

- G. W. F. Hegel zufolge Elektrizität "der reine Zweck der Gestalt, der sich von ihr befreit" = zitiert im Libretto zur Komposition / Installation *sonArc::lon - eine Kammeroper*, von Jan-peter E. R. Sonntag - nahe am Begriff der Information

- Michael Faraday: "Wir haben tatsächlich das Grenzgebiet berührt, wo Materie und Kraft ineinander überzugehen scheinen, das Schattenreich zwischen dem Bekannten und Unbekannten" = zitiert in Libretto *sonArc::lon*. Faraday setzt einen neuen Begriff, den des "Feldes", ein neues epistemisches Ding; erst Maxwell rechnet den Zusammenhang von elektischen und magnetischen Feldern 1864 und kann sie als schwingende Felder mathematisch beschreiben, die sich mit Lichtgeschwindigkeit im luftleeren Raum ausbreiten; ging Maxwell noch von einem hypothetischen physikalischen Medium zur Fortpflanzung von Wellen aus: "Lichtäther"; Einsteins Formulierung macht diese Notwendigkeit zur Verbreitung

165 Walter Illing, Langer Weg zur kurzen Welle, xxx (Jugendbuchverlag Ernst Wunderlich), o. J., 51

166Friedrich Kittler, Am Ende der Schriftkultur, in: Gisela Smolka-Koerdt / Peter M. Spangenberg / Dagmar Tillmann-Bartylla (Hg.), Der Ursprung von Literatur. Medien, Rollen, Kommunikationssituationen zwischen 1450 und 1650, München (Fink) 1988, xxx-300, hier: 296

elektromagnetischer Felder überflüssig; neue dynamische Form eines technischen Apriori; fundamentaler Umbruch in der abendländischen Medientheorie, indem nicht länger über ein vorhandenes physikalisches Medium Signale transportiert werden, sondern sich selbst damit ein Trägermedium erzeugt - Radiowellen

- sucht Heinrich Hertz die experimentelle Verifikation zum Nachweis der Gleichheit / Analogie elektromagnetischer und optischer Wellen; Materie, Kraft - Faraday befangen in der Begriffswelt des bisherigen Jahrhunderts. Von dem setzt Norbert Wiener radikal ab: "Information ist Information, nicht Materie oder Energie". Insofern gibt es ein neues epistemisches Ding für die Gegenwart, demgegenüber die Erforschung des "Wesens der Elektrizität" konservativ bleibt

Spektralanalyse, *spectres*, Geister

- Derrida / Stiegler, *Echographies*

- mit dem Feldbegriff zum elektromagnetischen (Wellen-)Spektrum als Bezeichnung für die verschiedenen Arten elektromagnetischer Wellen

- "Geordnet nach der Wellenlänge, befinden sich an dem einen Ende des Spektrums die Radiowellen, deren Wellenlänge von wenigen Zentimetern bis zu vielen Kilometern reichen. Am anderen Ende des Spektrums sind die sehr kurzwelligen und damit energiereichen Gammastrahlen, deren Wellenlänge bis in atomare Größenordnungen reicht" = http://de.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetisches_Spektrum; Zugriff: 6. Oktober 2006

Die Elektronenröhre

- verdichten sich in Elektronenröhre die kosmischen Theorien sozusagen als technisch operativ gewordener Modellfall

- Elektronenröhre ist zunächst schlicht ein luftleeres oder gasgefülltes Gefäß mit zwei oder mehreren metallischen Elektroden, "zwischen denen ein gesteuerter Elektronenstrom fließt"¹⁶⁷; Definition von Elektronik im Unterschied zur Elektrizität - die Steuerbarkeit von Elektronenflug im Raum: "Der Elektronenstrahl ist 'programmierbar', d. h., man kann ihn nahezu beliebig in Ort und Zeit steuern" und dadurch auf dem Oszilloskop verschiedenste Ablenkbilder erzeugen" = Ardenne / Bartel: 179

- "hat noch kein Mensch einen Elektronenstrahl gesehen, geschweige denn ein einzelnes Elektron. Jedoch begegnen täglich Millionen von Menschen seinen Wirkungen, z. B. beim Fernsehen oder am Terminal eines Computer"¹⁶⁸; Fernseher als Operator des Elektronenstrahls, Interface seiner Visualisierung

¹⁶⁷ Adolf Melezinek, Physikalische Grundlagen der Elektronenröhre, Berlin / München (siemens) 1971, 72f

Den Namen buchstabieren: Tesla (Schwachstromtechnik)

- untersucht Nikola Tesla zwischen 1899 / 1900 in Colorado Springs in 2000m Höhe Effekte von Hochfrequenzströmen im Weltmaßstab; Erde als riesiges elektrisches System reagiert wie ein großer Kondensator und besitzt ein eigenes, in Form von stationären Wellen gestaltetes elektromagnetisches Feld

- kam es in 1930er Jahren zu einem juristischen Prozeß gegen Kleingärtner, die über Hochantennen Rundfunk als Energiequelle für Glühlampen anzapften - je als Medium oder als Inhalt

- "Experimente mit drahtloser Energieübertragung nach Tesla", in: Günter Wahl, Experimente mit Tesla Energie, 2. Ausg. Poing (Franz) 2004, 55-100; u. a. Glühlampen-Sender; ferner: Hubschrauber-Kreisel; Funksteuerung eines kreiseltgesteuerten viermotorigen Flugobjekts, das selbst einen Mini-Weltempfänger in die Schwebelage bringt und die Töne des Kreisels sowie der Elektromotoren und die der Steuerung hörbar macht im MHz-Bereich, Experimentier-Frequenz ca. 27 MHz

- Rundfunktechnik, solange noch auf Vakuumröhren beruhend, energieintensiv; mit Transistors stellt sich die Frage, ob die von einer Antenne aufgefangenen elektromagnetischen Wellen außer zur Signalübertragung nicht auch zur Energieversorgung sparsamer Transistorempfänger nutzbar sind; "Sendeenergie eines `Mutterstation´ könnte schwache `Tochtersender´ auf gleicher oder anderer Frequenz speisen, die nur dann antworten, wenn der Muttersender sie abfragt" = Walter Conrad, Elektronik einmal anders, in: Urania-Universum Bd. 35 (1989), 285-291 (290) - Bojen, Markierungssender; RFD-Technologie

- Unterschied weniger zwischen Starkstrom und Schwachstrom denn zwischen Energie und Information. "Auch Radiosender, die Kilowattstunden fressen, liefern nicht Kräfte, sondern Nachrichten" = Friedrich Kittler, Der zerstreute Mathematiker. Er hat das Rauschen auf seine Formel gebracht: Norbert Wiener und die Berechnung des Unvorhersehbaren, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung v. 26.11.1994, Nr. 275, B4

- Nikola Tesla bestrebt, Elektrizität in Größenordnungen von Megawatt über große Entfernungen drahtlos zu übertragen. "In Teslas Vorstellung war die Erde ein riesiger Leiter, in dem sich Ströme sehr niedriger Frequenz durch spezielle horizontal angeordnete Spulen induzieren ließen" = Günter Wahl, Experimente mit Tesla Energie, 2. Ausg. Poing (Franz) 2004, 55; experimenteller Aufbau eines Sende- und Empfangssystems mit Kugelelektroden: "Nun stellt sich natürlich die Frage, mit welchem Medium die Energie übermittelt wird. Der Verfasser ist aufgrund eigener Versuche der Meinung, dass die Energieübertragung über die Erdleitung zustande

kommt" <ebd., 59>. Dem konträr gegenüber steht eine andere Lesart des Buchstabenstrings "Tesla" als (tschechisch) Schwachstromtechnik

- waren es Kurzwellenamateure, die im November 1923 erstmals den Atlantik überbrückten, nachdem sie zufällig entdeckt hatten, daß im Funkverkehr auf einer Wellenlänge zwischen 15m und 100m unerwartete große Reichweiten erzielt wurden, mit einem Minimum an Leistungsbedarf gegenüber den Längstwellensendern (λ 15 km); August 1929 nimmt erster deutscher Kurzwellenrundfunksender (von Telefunken) seinen Betrieb auf Funckerberg Königs Wusterhausen

- dramatische Differenz gegenüber Tesla, nach 100 Jahren: Informationsverarbeitung und Tele-Funken prozessiert über Schwachstrom (nicht "Teleblitze"); Schwelle der Energie sinkt unter die informationskritische Grenze; 19. Jahrhundert Epoche der Energie (Hochenergie, Dampfkraft, Starkstrom), verlagert sich im 20. Jh. auf minimalste Energiemengen, die ihrerseits kein / kaum (kritisch bei Miniaturisierung) Einfluß auf den Charakter der gerechneten Information haben - *computing*

Tesla-Installation Douglas Gordon, San Francisco

- Doug Halls Installation *The Terrible Uncertainty of the Thing Described*, <http://doughallstudio.com/1987-the-terrible-uncertainty/the-terrible-uncertainty-of-the-thing-described/19880077>; im Raum: Tesla-Spule, während medienarchäologisch eher radikal das techno-epistemologische Element an Tesla interessiert, von seiner Zweitverwertung als Kunst entkoppelt; medienarchäologischer Imperativ: Tesla vor den esoterischen Diskursen retten; Tesla-Medienkunst: Metapher oder technischer Klartext? metonymische Verschiebung vom Erfindernarrativ zum Akronym für Schwachstrom- und Kommunikationstechnik: Tesla / TESLA; Übertragung von Tesla-Energie und gekoppelte elektrische Schwingkreise: Dingwissen; Labor und / oder Medienkunst: Inszenierungen von Elektrizität im Deutschen Museum München / Doug Hall / Jan-Peter Sonntag

Blitz und Donner

- verschiedene Laufzeiten optischer und akustischer Wellen zunächst nur an einer natürlichen Erscheinung, am Gewitter, synästhetisch faßbar: erst Blitz sichtbar, folgt Donner als hörbare Wirkung des Blitzes; erhitzt die von ihm durchschlagene Luft, verdampft die Luftfeuchtigkeit und verdrängt die Luft aus seinem Weg. "Daß man den Donner erst später wahrnimmt als den Blitz, ist eine Folge der größeren Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes als der des Schalles. Aus der Zeitdauer zwischen Blitz und Donner läßt sich die Entfernung des Gewitters berechnen (jede Sek. entspricht etwa 330m Entfernung)" = Brzoska 1958: 56; natürliche Vorgänge der Wolkenbildung "rufen elektrische Spannungen hervor, die in der Blitzerscheinung für uns wahrnehmbar werden. Die bei der Gewitterbildung entstehenden elektrischen Spannungen treten zwischen

Wolken und Erde (Kondensatorwirkung! Auf der Erdoberfläche 4400 Gewitter täglich) und auch zwischen verschiedenen Wolken auf"; tritt zwischen Wolke und Erde ein Ausgleich der elektrischen Spannung ein, "in Form überschlagender Funken"¹⁶⁹; Blitz als ein Ur-Hertz-Sender (und tatsächlich im Radio hörbar, als akustischer Impuls). "Versuche, die atmosphärischen Spannungen `abzusaugen´ und in Motoren nutzbar zu machen, scheiterten; 1927 auf dem Monte Generoso errichtete Station 1931 abgebaut" = ebd., 55; Frankenstein-Filmmotiv: Bei Gewitter wird über Blitzableiter Strom direkt in zusammengeflickte Leiche gelenkt und die damit animiert

Blitz/licht

- Neonröhre: Domestizierung des natürlichen Blitzes, Elektrizitätsleitung in Gasen. Ionen = elektrische geladene Teilchen, die von der Spannung des elektromagnetischen Feldes in bestimmter Richtung gezogen werden (zwei Richtungen, je nach positiver oder negativer Ladung der Ionen); "einen solchen Elektrizitätstransport aber nennen wir elektrischen Strom" = Erich Krug, Wir sehen Blitze, in: Das Neue Universum, 60. Bd., Stuttgart (Dt. VerlagsGes.) 1939, 344-350 (345); nach Ampère gemessene Stromstärke bezeichnet die von den Trägern (Ionen) in der Sekunde beförderte Elektrizitätsmenge

- fließt zwischen zwei Elektroden in einer mit Gas gefüllten Röhre erst Strom, wenn Luft weitgehend exakuiert: Glimmentladung, da Ionen wenig Widerstand finden (Luft hoher Widerstand). Einmal beschleunigt, schlägt ein Ion auf ein neutrales, unelektrisches Gastteil, zerspaltet dieses in geladene Ionen, die nun den Strom ihrerseits verstärken; kann Glimmentladung steigern zu glühendem Lichtbogen, dem Blitz verwandt

- "singender Lichtbogen", Duddle um 1900; hochthermisches Plasma selbst bringt Luft in Schwingung

- Luft in Atmosphäre immer positiv geladen gegenüber der negativ geladenen Erde. Luft aber setzt gewöhnlich der Ionenbewegung Widerstand entgegen, schlechter Leiter; unter besonderen Umständen Blitz-Entladung

- erschließt Elektronenblitz der Photographie neue (Erkenntnis)Gegenstände, also epistemogen. "<...> haben die Technik und viele Naturwissenschaften in der mit dem Elektronenblitz `gekuppelten´ Kamera ein für Untersuchungen und Experimente nahezu ideales `Beobachteraue´ gefunden, das das menschliche Auge an Zuverlässigkeit und Schnelligkeit weit übertrifft" - zeitkritisch, die menschliche optische Signalverarbeitung unterlaufend = Johannes Steiner, 1/5000 Sekunde im Blitzscheinwerfer", in: Urania-Universum Bd. 1 (1955), 330-332 (330); Blitz / Zeitkritik. Abb. in Steiner 1955: 330 zeigt fallende Tropfen (diskret); tatsächlich aber vorweggenommen für militärische

¹⁶⁹ Franz Brzoska, Spannung - Widerstand - Strom, 15. Aufl. Fachbuchverlag Leipzig 1958, 54

Geschoßflug-Analyse; Erst Mach / Salcher (Wien),
Geschoßbildphotographie; entsteht Elektronenblitz durch elektrische
Entladung einer mit dem Edelgas Xenon gefüllten Blitzröhre;
Kunstlichtquelle

- mechanische Grenzen des Kameraverschlusses nicht weit unter 1/1000
Sekunde; Grenzen der Schaltfrequenz elektromagnetischer Relais im
Computer (Zuse) und Ersatz durch Elektronenröhre (später Transistor)

- Verkehrung des Kameraverschlusses: wird geöffnet, langfristig; Blitz wird
ausgelöst, ist die Belichtungszeit des Films gleich der Leuchtzeit des
Blitzes; Verkehrung des Prinzips "Lochkamera"

KW-Ausbreitung als Wetterbericht

- Wire Recorder als elektro-magnetisches Medium empfänglich für die
Aufzeichnung von elektromagnetischen Ereignissen im Raum (anders als
der Phonograph, der zwar menschliche Stimme, aber nicht ionosphärische
Signale aufzuzeichnen vermag)

- nicht Wetterbericht als Nachrichtensendung, sondern Radio *als*
Wetterbericht: "Die KW-Ausbreitung im April 1959 und Vorschau für Juni
1959", herausgegeben v. Heinrich-Hertz-institut des Deutschen Akademie
der Wissenschaften zu Berlin, in: Radio und Fernsehen 11/1959, 329; "KW-
Ausbreitung im August 1989 und Vorschau für Dezember 1989", in der
nunmehr umbenannten Zeitschrift *radio fernsehen elektronik*, 38 (1989)
11, 743. Kurve A zeichnet den voraussichtlich "sicheren Verkehr", Kurve B
"Verkehr mit gelegentlichen Ausfällen; gekennzeichnet die Differenz
zwischen "Prognose" und "Messung"

- Max Dieckmann ca. 1925: Bildtelegraph, in WKI entwickelt für
Artillerieflieger; in München eingesetzt, um Wetterkarten auf drahtlosem
Weg zu senden. KW-Empfang *via* Ionosphäre ist Wetterbericht selbst,
transitiv; monatlichen Ionosphären-Vorhersagekarten in technischen
Zeitschriften der 50er und 60er Jahre wiederum Wetterkarten, aber invers:
das Medium (KW-Radio) selbst ist hier die Botschaft, und das Wetter wird
Übertragungsmedium

- Beschreibung des Artefakts *Uhrwerkschleifer ED 37* (Telefunken, ca.
1914) im Deutschen Technikmuseum Berlin: Durch den Einsatz eines
solchen Schleifers oder Tickers in den Empfangsschwingkreis werden die
eigentlich tonlosen ungedämpften Schwingungen hörbar - im Kopfhörer
beim Empfang von Morsezeichen als kratzendes Geräusch, "das sich vom
Niederschlag atmosphärischer Störungen kaum unterschied" = Begleittext
DTM; ungewollter Wetterbericht - Botschaft oder Rauschen

- "Wetter" ist hier nicht im Sinne der Ereignisse der Troposphäre gemeint;
für eigentlichen Bereich des Wetters innerhalb der thermischen Strukturen
der Atmosphäre (bis ca. 17 km) eine eigene Technik gerichteter
Nachrichtenverbindungen entwickelt, das Troposphärenradio. Anders als

für quasioptische Sichtverbindungen (Richtfunk, UKW, klassisches Fernsehen) gelten hier die Refraktionsgesetze der Brechung von Strahlen im Übergang von einem physikalischen Medium in ein anderes, weniger oder dichteres Medium; neuer Typus von Kommunikation (nicht mehr dialogisch, dennoch beidseitig) generiert, der sich sein eigenes Medium setzt: "Beide Nachrichtenstellen senden ihre elektromagnetischen Wellen tangential zur Erdoberfläche aus, wo sie in der Troposphäre ein Feld der Strahlungsbegegnung bilden. In diesem Feld entsteht ein Streustrahlvolumen, das Teile der homogenen Troposphäre im Verhältnis zu den Wellenlängen in Schwingungen versetzt, welche sich dann in Richtung der Gegenstelle ausbreiten"¹⁷⁰; stillgelegter Troposphärenfunksender Wollenberg bei Bad Freienwalde, zum Zweck der Nachrichtenkommunikation zwischen Warschauer Pakt-Staaten nach einem unterstellten atomaren Schlag (und damit Lahmlegung der elektrischen Infrastruktur)

- meint "Wetter" in diesem Zusammenhang nicht Natur erster Ordnung und ihre davon abgeleiteten Götter; hängt natürliches Wetter von der Troposphäre ab, die bis ca. 20.000 Meter Höhe reicht; Übertragungsbedingungen von Kurzwellen Funktion von Ionosphärenbedingen in 60.000 bis 500.000 m Höhe, auf die örtliche Wetterlagen keinen Einfluß haben, sondern vielmehr Schwankungen der Sonnenstrahlen; Extremwert von Wetter, sein zeitkritisches Momentum, wo stetige Wetterprozesse non-linear umschlagen; Blitz der Index eines anderen Wetters, einer elektromagnetischen Sphäre, im Kurzwellenradio als unsichtbare hörbar

- "lassen sich die Zusammenhänge und Hintergründe der ionosphärischen Wellenausbreitung nicht mit den anschaulichen Begriffen Druck, Temperatur und Luftfeuchtigkeit erklären wie etwa bei der troposphärischen Wellenausbreitung."¹⁷¹

- zeitkritisch: "Die solaren Partikel und auch die Meteoriten besitzen eine so hohe kinetische Energie, daß sie durch einen Zusammenstoß mit einem Gsateilchen diese ionisieren können. <...> Die einzelnen Regionen der Ionosphäre reagieren allerdings recht unterschiedlich auf die zeitlichen Änderungen der Sonnenstrahlung" <ebd., 19 u. 21>. Und so kommt es zu "zeitverzögerten Ionosphärenechos", den *long-delayed echoes* <41>; von daher "Hobby des Überreichweitenempfangs" <Kaiser 1984>

- Wetterlagen auch im Mikrokosmos dieser Ionosphäre, der Elektronenröhre, wie sie im Kurzwellenradio Marke Tesla glüht; zeigt sich der quasi-Organismus der Elektrizität: "Ein Empfänger arbeitet erst dann richtig, wenn sich nach einer bestimmten Anheizzeit die Werte der Spulen, Kondensatoren, Widerstände usw. kaum noch verändern. Nach 15 bis 30

170 Joachim Kampe, Tushurka. Die Troposphärenfunkzentrale 301. Eine geheime Bunkeranlage der NVA in Wollenberg/Bad Freienwalde, Hönow (Meißler) 2004, Innenklappentext

171 Norbert Kaiser, UKW/TV-DX. Eine Einführung in das Hobby des Überreichweitenempfangs, Köln (Scheunemann) 1984, 18

Minuten ist normalerweise ein mit Röhren ausgestatteter Empfänger so stabil, daß die Verschiebung einer Station auf der Skakla nicht mehr feststellbar ist. Bei Transistorengeräten ist diese Zeit dagegen sehr kurz."¹⁷²

- Interferenzen zweier Medienbegriffe: der physikalische Medienbegriff (seit Aristoteles (*to metaxy*: Luft, Wasser, Licht), und der technologische (Radioempfang)

- Empfangsberichte von Hörern an die KW-Sendeanstalten, für die ein fünfstelliger Code von Bewertungen entwickelt, für Signalstärke, Rauschen, Interferenz; Übersetzung des Realen der Akustik in die symbolische Ordnung der Kultur

- Broschüre, vertrieben von der "Hauptabteilung Hochfrequenz" der (ehemaligen) Deutschen Welle (wird aus einem Territorium / "Reich" die Reichweite einer Schwingung) beschreibt es: "Viele Hörer schicken Tonbänder mit Aufnahmen von Sendungen. Selbstverständlich werden solche lebendigen Berichte begrüßt. Bei den Tonbandberichten kann es sich aber immer nur um eine Ergänzung zu schriftlichen Berichten handeln. <...> Es sollten nach Möglichkeit solche Ausschnitte aus Sendungen aufgenommen werden, die eine Veränderung der Empfangsqualität, hervorgerufen durch Interferenzstörungen der ungünstige Ausbreitungsbedingungen der Empfangsfrequenz, wiedergeben" <Felbick / Krüger 1978: 41>

Kurzwellenempfang als Musik

- wird mit Kurzwellenempfang als (unwillkürlichem) "Wetterbericht" Radio (wieder) zum Meßmedium, statt Programmmedium oder Massenmedium, und erinnert an seine medienarchäologische Phase - die Phase, in der die Welt der elektromagnetischen Wellen und Funken experimentell forschend entdeckt wurde, weitab von jedem funktionalen Bezug zur menschlichen Stimme oder gar Musik - und daher einem anderen Ursprungsmoment entspringend als die Modifikation des phönizischen Konsonanten- bzw. Silbenalphabet zum Vokalalphabet, als ein unbekannter Adapter (oder hieß er Palmenides) explizit diskrete, an sich für altgriechische Sprache bedeutungslose Zeichen als Vokale umnutzte, zum dem ausdrücklichen Zweck, die Musikalität in der Prosodie der Gesänge Homers, der Ilias und der Odyssee, aufzuschreiben. *Daß* elektromagnetische Wellen u. a. auch Poesie zu speichern vermögen, ist nur noch ein performativer Sonderfall ihres operativen Einsatzes *alias* Kultur.

- liegt Musikalität des KW-Empfangs nicht vordergründig in gesendeten Musik-Programmen, sondern im Wesen der Kurzwellen selbst. Karlheinz Stockhausen hat dem eine eigene Komposition gewidmet (*Kurzwellen*, 1969, in der Kurzwellenempfänger gleichrangige "Musikanten" sind und

¹⁷² Broschüre: Der Kurwellenempfang, zusammengestellt von H.-J. Felbick, überarbeitet v. W. Krüger, Köln (Deutsche Welle Technik) 4. Aufl. Oktober 1978, 29

von einem Klangregisseur (mit 2 Filtern und 4 Reglern) mit den Beiträgen der Musiker (auf Klavier, Elektronium, Tamtam, Bratsche) koordiniert werden. gegen über der Redunanz vorab komponierter Notation, die von der aktuellen Aufführung durch den Musiker nur noch sanft variiert werden kann (moduliert?), bedeutet die Kontingenz des KW-Empfangs das Surplus an ästhetischer Information: "In den KURZWELLEN, reagieren die 6 Spieler im Moment der Aufführung auf Unvorhersehbares, das sie aus Kurwellenradios empfangen."¹⁷³ Uraufgeführt am 5. Mai 1968 im Rahmen der Tage *pro musica novo* im Fernsehstudio von Radio Bremen, wurden vom gleichen Ensemble am 8./9. April 1969 vier Aufnahmen (gleich filmischen *takes*) für den WDR Köln gemacht; der für die Ästhetik des KW-Funksports charakteristische Moment von Kontingenz: "Den Ausschlag für die Wahl der *vierten Version* <...> gab der merkwürdige Zufall, daß 2 Minuten nach Beginn in einem der Kurwellenempfänger genau dasselbe Paukenmotiv auftauchte, das ein Jahr früher in der Bremer Aufnahme 12 Sekunden nach Beginn zunächst sehr leise und 40 Sekunden nach Beginn mehrmals laut erklingen war, und in beiden Versionen führte dieses SENDEZEICHEN (einer der Spieler fand heraus, daß es von *Radio BBC* stammt) zu minutenlangen instrumentalen Transformationen und Durchführungen, die sich dann völlig verschieden weiterentwickelten" <ebd., 4> - analog zur Ästhetik des *live coding* (in Programmumgebung SuperCollider zum Beispiel)

- "Was kann es noch Allgemeineres, Überpersönlicheres, Umfassenderes, Universelleres, Augenblicklicheres geben als die *Sendungen*, die in den KURZWELLEN zum musikalischen *Material* werden? Wie kann man aus der geschlossenen Welt der Radiowellen ausbrechen, die diesen Erdball wie mit einer musikalischen Netzhaut überziehen? Klingt nicht schon vieles, was wir mit den Kurwellenempfängern auffangen, als käme es aus ganz anderen Räumen, jenseits von Sprache, Reportage, Musik, Morsezeichen?" <ebd., 3> - solange nicht KW-Empfang auf digital (DRM) umgeschaltet wird

- steht KW-Empfang für die Verschränkung von menschlicher Stimme und technischer Sirene: "von Menschengestalt geformt, darüber hinaus aber auch aus den Interferenzen aller Sendungen sich von selber bildend und ständig transformierend; durch die Spieler in der Aufführung zu einer höheren Einheit gebracht" <ebd., 3>

Die Askese des Oszilloskops (Installation)

- Oszilloskopische Visualisierung demodulierter Radiowellen als die Handschrift einer medienarchäologischen Askese, wie sie nur von Meßmedien, nicht Menschen in ihrer kulturell-semantischen Verführbarkeit (Odysseus / Sirenen) geleistet werden kann: Zum Zweck der "differentiation of information" ist es "desirable <...> to eliminate the psychological factors involved and to establish a measure of information in

¹⁷³ Zitiert aus dem Text im Booklet zur Compact Disc Karlheinz Stockhausen, Kurzwellen (Gesamtausgabe der Stockhausen-Werke Nr. 13) 1992, 2

terms of purely physical quantities", um das Wesen der Informationsübertragung zu verstehen, schreibt R. V. L. Heartley in seinem klassischen Aufsatz "Transmission of Information", im *Bell System Technical Journal* 1928 <Bd. 7, 535-563 (536)>. "To illustrate how this may be done consider a hand-operated submarine telegraph cable system in which an oscillographic recorder traces the received message on a photosensitive tape"; registrieren Meßmedien Signale jedweder Art, ob menschlich oder nicht: "A telephone system may be just as capable of transmitting speech in one language as in another" = ebd., 542

Elektromagnetische Wellen - "drahtlos" auf Draht

- Argument Powell: Vokalalphabet gerade zu Zwecken der Notation der Musikalität der oralen Poesie erfunden, Kulturtechnik nicht Tod der Gesänge. Musikalität durch diskrete Vokale notierbar, zumindest symbolisch, und in Kopplung mit lautem Lesen wieder zurückverwandelbar in Musik; durch technische Signalaufzeichnung aber abgelöst von Menschen; kann Kulturgut im latenten Magnetismus selbst überleben

- Radio "mündliches Medium par excellence"? Schwingt aber im elektromagnetischen Raum, nicht menschliche Stimme, die wird nur als Modulation übertragen, also als Information. "Information" (schon prä-digital) insofern, als daß NF-Frequenzen den HF-Frequenzen aufgeprägt werden, sie also in/formieren, eine variable Form dem gleichmäßigen HF-Strom aufdrücken - Extension der Fritz Heiderschen Form/Medium-Differenz, aber hier im gleichen Medium der elektromagnetischen Wellen

- Aufzeichnung mündlicher Gesänge durch Magnettondraht (Webster Wire Recorder); kollabiert die kulturtechnische Differenz und Gegenüberstellung von Mündlichkeit / Schriftlichkeit im elektromagnetischen Feld, wenn Radio / Magnetophon. Auf dem Wire Recorder wird ebenso gespeichert und übertragen wie im Radio, nur eine Frage des gradeuellen Unterschieds; Oberlin Smiths Patent von 1888 aus der Übertragungstechnik des elektrischen Telephons entwickelt, führt zum Magnetton; Anrufbeantworter oral orientiert, aber zeitverzogen: Verkreuzung von Übertragung und Speicherung, i. U. zum Strukturspeicher; Parry angesichts der oralen Gesänge / Formeln: "Mir ist nicht klar, ob wir es hier mit einem Speichersystem zu tun haben"; vielmehr eine Art generative Grammatik; Tradition als regeneratives Gedächtnis

Mikrowellenanstrahlung und Akustik im elektromagnetischen Raum

- Zeitzeichen, besser: Zeitsignale; diffuse Strahlung aus Weltraum als kosmisches "Grundrauschen", als "Echo" des "Urknalls", sichtbar als Lichtpunkte auf dem TV-Bildschirm ohne Bildsignal (nach Sendeschluß); entscheidend am Meßszenario die extrem zeitkritische Messung (Temperaturdifferenz); Eingangssätze Hörisch, Geschichte der Medien: Es begann mit Akustik, Urklang; Begriff "Klang" hier metaphorisch: tatsächlich

Messung kleinster Temperaturunterschiede; nicht physikalisch, sondern hinsichtlich der gemeinsamen mathematischen Analyse prinzipielle Äquivalenz der thermodynamischen, elektromagnetischen, optischen und akustischen Wellen

- zur Erklärung der spezifisch kulturellen Leistung Homers (und der südjugoslawischen *Guslari-Epik*) ein Oszillogramm oder eine Fourier-Analyse des Gesangs nicht hinreichend - Grenzen der Medienarchäologie zur kulturellen Semantik; Diss. Marion Maeder, Analysen eines chinesischen Gesangs mit Instrumentalbegleitung durch Spektralanalyse, verschiedene schriftliche Notationen davon nicht hinreichend; wird elektromagnetischer Raum, in Kombination mit Mathematik, selbst medienarchäologisch tätig - ein Zwischenraum ("Ionosphäre") von Kultur und Physik, in der Gutenberg-Galaxis (oder Homer-Galaxis des Vokalalphabets) nicht denkbar; Kombination aus elektromagnetischem Feld und Berechenbarkeit (Computer) - wesensgleich, da Mathematik selbst schon in diesem Raum steckt? Maxwell verifizierte das elektromagnetische "Feld" mathematisch

Botschaft oder Rauschen? Very Low Frequency

- entsprechen der Langzeitbelichtung (Lochkamera) für das Reich optischer Wellen langperiodische Schwingungsvorgänge im Bereich unter einem Hertz, die eine Welle etwa einen Monat lang schwingen lassen - "keine Grenze wird hier sichtbar, lediglich ein bis in unendliche Zeitperioden ausgedehntes elektromagnetisches Spektrum" = Günter Wahl, Experimente mit Tesla Energie, 2. Ausg. Poing (Franzis) 2004, 16; solche Schwingungen weder hörbar (nicht einmal mehr als Knacken, wie etwa ein Orgelton unterhalb von 16 Hz) noch exakt nachweisbar; Energieumformung in Stoffwechselprozessen aber scheint auf solche Infrawellen angewiesen zu sein; alternative Lesart von Cages Komposition *Organ(2)/ASLAP*

- Douglas Kahn, VLF and Musical Aesthetics, Vortrag Workshop *Sounds of Science*, MPI-WG Berlin, Oktober 2006

- steht *Very Low Frequency* für elektromagnetische Längswelle im Bereich unterhalb des Langwellen-Rundfunkbands und der LF (low frequency), also zwischen 30kHz und 3 kHz; ELF bis auf 10 Hz herunter - etwa die Nertzfrequenz des Bahnstromnetzes, 16,67 Hz. Im Längswellenbereich die klassischen Zeitzeichensender; Raum der Frequenzen findet somit sein *re-entry* auf der Ebene der Botschaft (das Medium ist hier die Botschaft: zeitbasierte Prozesse)

- Bilder aus Tönen - Phantom-Bilder: Beitrag Daniel Gethmann zu *Sounds of Science*: Auf Kurvenschreiber die Identifikation des "Gesichts" von Marsianern aus Weltraumsignalen im Moment des erdnahen Vorbeiflugs des Mars an der Erde

- wenngleich im Regelfall die Information, die in den Signalen der VLF-

Sender stecken (etwa U-Boot-Kommunikation, Seestreitkräfte, Navigations- und Zeitzeichensender; Empfang von Funkwellen auf Frequenzen unter 150 kHz bis zu Beginn der 1990er Jahre sogar verboten), für den nicht kodeschulerten Empfänger praktisch unzugänglich, lohnt es sich, sie zu *erhören*, "denn sie können machmal einen eigenartigen ästhetischen Reiz besitzen. <...> So strahlt GBZ auf 19,6 kHz neben den üblichen Signalen im MSK-Modus auch frequenzmodulierte Signale, die wie Streifen erscheinen aus und sendet zudem manchmal auch Pulse, die auf den Spektrogrammen wie Fische, Girlanden und Ornamente erscheinen" = Harald Lutz, Längstwellenempfang mit dem PC, Marburg (beam) 2004, 31

- Foucaults Frage: Botschaft oder Rauschen? "Jeder, der mit seiner PC-Soundkarte Längstwellen empfängt, wird früher oder später Signale aufnehmen, deren Ursprung er nicht klären kann" = Lutz 2004: 39; Antworten beim Longwave Club of America (www.lwca.org/mb/index.htm): "Man kann <...> per e-Mail ein Spektrogramm von einem außergewöhnlichem Signal an den Webmaster deselben senden, welches in der Regel nach relativ kurzer Wartezeit dann ebenfalls über diese Seite aufgerufen werden kann" <ebd.> und im Message Board diskutiert wird; Signalbild selbst das Argument

- wird Teilhard de Chardins Begriff der "Noosphäre" funktechnisch konkret; verabschiedet sich das Radio als Technologie der Massenkommunikation, "kehrt aber auf höherer Ebene zurück" (Stefan Höltgen September 2017); <https://motherboard.vice.com/de/article/mbqwp4/der-mensch-hat-aus-versehen-ein-schutzschild-aus-radiowellen-um-die-erde-gelegt>; Abruf 23. September 2017; NASA-Video zu "Heliophysics" erklärt, wie Längstwellen (*very low frequency* / VLF), ansonsten privilegiert für U-Boot-Kommunikation, ins Weltall getragen werden, wo sie mit den Partikel in der Erdumgebung interagieren und ihre Bewegungen beeinflussen; <https://motherboard.vice.com/de/article/mbqwp4/der-mensch-hat-aus-versehen-ein-schutzschild-aus-radiowellen-um-die-erde-gelegt>; Abruf 23. September 2017

SETI mit Fourier

- zum Längstwellenempfang neben speziell für diesen Frequenzbereich ausgelegten Radioempfängern - die analoge Hardware - zunehmend PC mit integrierter Soundkarte eingesetzt. Mit PC-Soundkarten einer maximalen Samplingrate von 48 kHz lassen sich in Deutschland Längstwellensender empfangen (Sender mit Frequenzen über 24 kHz werden nicht berücksichtigt); Signale, welche qua Soundkarte mit einer Spule oder Drahtantenne empfangen werden (der dünne Draht zur physikalischen Welt), werden durch eine Software zur FFT-Analyse (Fast Fourier Transformation) analysiert und in Form von Spektrogrammen dargestellt

- weisen vom Radioteleskop empfangenen Rohdaten eine zeitliche Veränderung auf und lassen sich von daher einerseits im Oszilloskop als Zeitverlauf fassen

- Suche nach Signalen außerirdischer Intelligenz: "Wir überwachen schließlich alle Sendefrequenzen, die mit einiger Wahrscheinlichkeit in Frage kommen"¹⁷⁴ - womit sich *signal-to-noise ratio* als Problem stellt; wachhabenden Computer "würden bei jedem Verdacht auf künstliche Signale automatisch Alarm schlagen" - weil Computer selbst "künstlich" verfaßt? "Und alles wird natürlich aufgezeichnet" - dasselbe Muster von Datenabgleich also. Doch "rund 89 % aller gespeicherten Besonderheiten sind simples Rauschen" = ebd., 168.

"Eine brauchbare Analogie wäre die Aufzeichnung Deiner Stimme, 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" =

http://www.setigermany.de/SETI_erklaerung/reference/fft.htm; Zugriff 19. Oktober 2006

- kommt mathematische Operation Fast Fourier Transformation (FFT) zum Zug, um zeitbasierte Signale in frequenzbasierte Daten zu transformieren

- Jansky 1933/35 (Bell Labs, Radio Research Division): Radioastronomie. Rauschen ("star noise") nicht als Störung der (Radio)Kommunikation, sondern als eine seiner Konstanten begreifen (mit Michel Serres); Sender-Empfänger-Modell um Faktor Rauschen erweitert, nicht mehr das lineare bipolare Schema: "Communication in the presence of Noise" (Shannon). Damit in solchen Zusammenhängen Rauschen zu Information werden kann, bedarf es spezifischer Formen der Signal-Zeichen-Ausdifferenzierung. Heartley: "The case of a phonograph record is directly analogous to those already considered in that the magnitude is a function of the distance along a single line. This distance is therefore analogous to time and / the information content may be found exactly as it would be from the pressure-time curve of the air vibration" = 558 f.

- Unterschied zwischen Medientheorie und Ingenieursinteresse (quer zu dieser Trennung Shannon in Person): "While the frequency relations involved in electrical communication are interesting in themselves, I should hardly be justified in discussing them on this occasion <sc. Vortragsituation: International Congress of Telegraphy and Telephony, Lake Como, Italy, September 1927> unless we could deduce from them something of fairly general practical application to the engineering of communication systems. What I hope to accomplish in this direction is to set up a quantitative measure whereby the capacities of various systems to transmit information may be compared. <...> I shall discuss its

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

application to systems of telegraphy, telephony, picture transmission and television over both wire and radio paths" = Heartley 1928: 535

- auf "Anwendungen" hin konzentriert, wird Phänomen elektromagnetischer Vorgänge zur Kulturtechnik rückübersetzt, bezogen auf menschliche Kultur (der privilegierte Schauplatz von Medienpraxis); Kultur nicht der einzige Schauplatz elektrischer Prozesse; hat Medientheorie Privileg, den Denkraum auch für nicht-kulturelle Phänomene offenzuhalten; Welt der Lebewesen dezidiert eine Welt der Signalverarbeitung; Verhaltensforscher Konrad Lorenz stellte es 1935 fest: "Für den Aufbau eines interessierenden Signals kommt alles auf den Abstand von Signal und Rauschen an" = Lorenz 1935, nach WW 1963: 671; nur aus genereller Tendenz auf „Einfachheit und generelle Unwahrscheinlichkeit“ evoluiert ein Signal

- von einer anderen Welt jenes Rauschen, das genuin aus dem Medium Radio (aus dem Radio-Raum) generiert wird und in dieser Form sonst weder in Natur noch in Kultur vorkommt; sensibel dafür die sogenannte Radioastronomie mit ihren Apparaturen "to pick up unusual radio signals" (Todd); wird dies - in einer Abwehrbewegung menschlicher Selbstkultur - sofort diskursiv-kulturell zum inneren Objekt vereinnahmt, etwa als (Fehl)Interpretation von Langwellen August 1924, bei erdnahem Vorbeigang des Planeten Mars. Signale werden aufgezeichnet, die scheinbar porträthafte Bilder ergeben - die mit einer automatisierter *pattern recognition* heute tatsächlich als Gesichter sortiert werden würden (Gethmann). Kulturelle Ohren und Augen neigen zur Personifizierung - also Prosopopoeitisch - von Rauschen zum *daimon* (Homer) oder "Dämon" (Maxwell)

- drahtlose Nachrichtenübertragung durch Tele-Funken, die für das Verschwinden der Zeitverzögerung im "sofort" steht, aus anderer Radio-Perspektive gerade eine Nachricht aus der vergangene Zeit: "Bei den Erkundungen der Radio-Astronomie handelt es sich nicht nur um Entdeckungen im Raum. Wegen der inneren Einheit von Raum und Zeit stammen die mit Lichtgeschwindigkeit zu uns kommenden Radiosignale auch aus einer anderen Zeit." <Ansgar Häfner, Was Heinrich Hertz nicht für möglich gehalten hätte. Technische Folgen einer Entdeckung, in: ders. (Hg.), Heinrich Hertz. Eine Funkgeschichte, Frankfurt/M. (Deutsches Postmuseum) 1992, 127-132 (131)>

- wird das menschliche Hören sofort zum Mechanismus der Semantisierung von Rauschen; nur Meßapparaturen, etwa der Webster Wire Recorder Baujahr 1948, sind frei von der vorschnellen Verführung zur Semantik und verwechseln nicht sofort Klänge mit quasi-menschlichen Stimmen (homerische Sirenen *versus* Helmholtz-Doppelsirene). Meßmedien halten in medienarchäologischer Askese die Neutralität durch, (Anti-Odysseus). Menschliche Sinne vernehmen Signale sogleich als Zeichen - die ikonologisch-kulturelle Verführung; "kommunikationseuphorische" Verwechslung von Signal und Zeichen (Gethmann); der (unterstellte, supponierte) Absender durch das Signal erst hervorgebracht, sofern es als Botschaft interpretiert, das dann einen Absender braucht

- "Welcome to the Realm of Natural VLF Radio Phenomena" = www.auroralchorus.com. "The Music of the Magnetosphere and Space Weather" unter www.spaceweathersounds.com als Sphärenmusik, die sich drastisch von Platons musikalischer Modellierung unterscheidet. Signal oder Rauschen?

- Ernst Cassirer, der die Neuartigkeit des elektromagnetischen Feldes gegenüber der klassischen Physik und dem Substanzbegriff von kulturellen Artefakten definiert: ein nur noch mathematisch faßbares, "summatives Ganzes, <...> ein Aggregat von Teilen <...>. Das Feld ist kein Dingbegriff, sondern ein Relationsbegriff; es setzt sich nicht aus Stücken zusammen, sondern <...> ist ein System, ein Inbegriff von Kraftlinien"¹⁷⁵ - wie sie Michael Faraday entdeckt und James Clerke Maxwell berechnet. Elektromagnetische Medien wissen besser um stochastische Prozesse, die im Zeitkritischen operieren; unterläuft den (raumfixierten) Ordnungs- und Klassifikationsbegriff

- konnten Signale des Sputnik weltweit empfangen werden, wenn der verwendete Empfänger für die 1-Watt-Signale empfindlich genug war; Wolfgang Friese, Lang- und Längstwellenortung - eine kurze Einführung. Orten mit Hilfe des DCF77-Signals, <http://www.sfericsempfang.de/PLANGU>, Oktober 2008

Kurzwellenjagd

- aus diversen KW-Empfängern (auf Röhrenbasis, mit Transistoren, mit ICs) eine Frequenz empfangen, die je nach Empfänglichkeit des Geräts verschieden demoduliert / interpretiert / verstärkt wird: Kurzwellensymphonie, doch nicht aus verschiedenen Tönen, sondern im phasenverschobenem Einklang

- Kanalrauschen auf KW; das thermische Rauschen in Elektronenröhren / Transistoren selbst vernehmen; bedeutete UKW-Empfang (die "Welle der Freude") zugunsten der Klangreinheit den Verlust des Mithörens des Mediums und der Übertragungsphysik

- Reichweite eines UKW-Senders normalerweise 100 km; Überreichweiten bei günstigen atmosphärischen Bedingungen (Nutzung troposphärischer Streuenausbreitung *tropospheric scanner*) sowie UKW-Ausbreitung über Ionosphäre; gilt neben Radio auch für Fernsehempfang; Empfang eines italienischen und eines sowjetischen Fernsehsenders sowie eines englischen, 1957, jeweils in Deutschland; Dr. Kühn, Fernausbreitung von Meterwellen über die Ionosphäre, in: Radio & Fernsehen 6. Jg. H. 12 (Juni 1956)

- Bezeichnung "DX" aus Amateurfunk: D für Distanz, X für unbekannt.

¹⁷⁵ Ernst Cassirer, Formproblem, xxx, 92 (hier zitiert nach: Stefan Hoffmann, Geschichte des Medienbegriffs, Hamburg (Meiner) 2002, 135)

"Gemeint ist damit, einen Sender zu empfangen, von dem man zunächst nicht weiß, was es für ein Sender ist und von wo er sendet. "DXer" nennen sich daher die Kurzwellenhörer, die immer auf der Suche nach neuen, bislang unbekanntem Sendern sind" = Klaus Bergmann / Wolf Siebel, *Sender & Frequenzen* 1993. Jahrbuch für weltweiten Rundfunk-Empfang, Meckenheim (Siebel) 1992, 483; interessieren sich "Programmhörer" im wesentlichen für den Programminhalt, Auswahl der großen KW-Rundfunkdienste. "Die `DXer´ sind dagegen `Wellenjäger´, immer auf der Suche nach neuen, bisher noch nicht gehörten Sendern. Die sprachliche Verständlichkeit spielt keine Rolle, man ist ja froh, bei schwachem Signal, unter lauten Störungen, die Stationsansage heraushören zu können" = ebd., 14; medienarchäologisch Radio hören, d. h. wirklich transitiv Radiowellen; Extremradio; zählt nicht Inhalt, sondern Wahrscheinlichkeit der Signalübertragung

- erinnert sich Bruch an das Fading, den Schwund: "Zeitweilig kommt das Signal stark an, um dann wieder fast oder sogar ganz zu verschwinden. Die automatische Schwundregelung, die das zum Teil ausgleicht, gab es damals noch nicht" = Bruch 2008: 159; faßbar Unterschied zwischen fein skalierbarer, stetiger Analogpegelung, und der Digitalfunkübertragung, wo es (wie beim Bildartefakt) nur radikal zum Signal- oder Nicht-Signal kommt, ohne Zwischenstufen

- magneto-ionic forces cause a slight delay of the (acoustic) whistling

- Wire Recorder für elektro-magnetische Signale empfänglich, anders als der Phonograph, der zwar menschliche Stimme, aber nicht ionosphärische Signale aufzuzeichnen vermag

- nicht Wetterbericht als Nachrichtensendung, sondern Radio *als* Wetterbericht: Erfahrungen mit KW-Empfang

- Experiment im Psychoacoustic Lab (Harvard) 1914-1930, Wever und Bray "Cat Telephone" (1928): Katze (Nerven, Hirn, Ohren) "wired into the electric circuit", der seinerseits verdrahtetes Lebewesen wird Element eines Schaltkreises; Leben als elektromechanischer Prozeß aufgefaßt (Paradigma der Kybernetik); Norbert Wiener, *The Human Use of Human Beings: Differenz Lebewesen / Maschine existiert, spielt aber im Zusammenhang von Informationsprozessen keine Rolle, "does not matter"* - keine Materie hier im Spiel als solche. Fehlschlag des Katzentelephons: "auditory nerve" zum Hirn (analog zur Telephonleitung begriffen) täuscht; nerves bad medium for (re)producing sound, anders als die Cochlea am Ohr (Schwingungen) als exzellentes "Mikrophon" = Vortrag Jonathan Sterne, *Cats and People in the Psychoacoustics Lab 1914-1930*, Konferenz *Sounds of Science*, 6. Oktober 2006

- entwickelt Thermen ein "Fingerboard Theremin" - ein durch ihm vertraute Spielweise des Cello (das der Gusle ja nahekommt) inspiriertes Instrument mit Griffsensor. Gerade weil es so ähnlich aussieht, verdeckt es die medientepistemische Differenz um so dissimulativer: "Anstelle eines Griffbretts gibt es einen berührungsemopfnidlichen Celluloid-Streifen, wie

bei herkömmlichen Saiteninstrumenten erzeugen tiefe Lagen tiefere Töne, das abgebildete Instrument hat eine Tonhöhenanzeige zum leichteren Erlernen der genauen Intonation" = Katalog Kriesche (Hg.) xxx: 52; Abb. der Formation aus der Sammlung Andrej Smirnov, in: Katalog Kriesche: 53

- RTTY (Radio TeleTYpe), Funkfern Schreiben; gleiches Verfahren wie beim traditionellen kabelgebundenen Fax, nun per Funk übertragen;
Seewetterbericht des deutschen Wetterdiensts auf 7646 kHz;
<http://de.wikipedia.org/wiki/RTTY>, darin Hörbeispiel des Wikipedia-Slogans selbst

Digitalisierung von Kurzwellen-Radio

- Digitalisierung des Kurzwellenradios nicht schlicht digitale Frequenz-Anzeige auf den Empfängern - obgleich dies bereits das Sprunghafte des Nicht-Analogen in der Senderwahl symbolisiert, praktiziert, sondern das Digitale dringt in Übertragungsweg selbst ein; nimmt der Kurzwelle ihre Eigenheit; so "sollen die Nachteile beseitigt werden: der zeitweise schwierige Empfang und die manchmal starken Schwankungen in der Klangqualität" = Werbung Deutsche Welle in der Broschüre *DW-Radio* zur Funkausstellung IFA 2006 in Berlin; technologischen Verschiebung, vertraut aus der von Phonograph (Edisons Tiefschrift) zu Grammophon (Berliners Seitenschrift): "Bisher ließ sich nur ein begrenztes Klangspektrum übertragen. Stark wortlastige Sendungen waren die unvermeidliche Konsequenz"- obgleich Kurzwellenliebhaber von Radio Kairo der Gesänge wegen. "Digitale Sendungen hingegen kommen klar und deutlich aus den Lautsprechern" <ebd.>. Mathematisierung der Kurzwelle, eine Ästhetik der Differenz von analog und digital, vom Klang zur Information: "Bei analogen Sendungen wird eine Abfolge von Schwankungen elektromagnetischer Felder übertragen. Diese entspricht den Schallwellen des Ausgangsklanges, ist also analog dazu. Bei digitalen Sendungen wird die Klanginformation als eine Folge von Bits übertragen"; "Klanginformation wird beim Sender in eine Zahlenfolge (engl. digit = Zahl) umgewandelt und beim Empfänger wieder in Klang zurück übersetzt. Störungen können so herausgefiltert werden und kommen beim Zuhörer nicht an" - womit ein Kriterium für Authentizität entfällt. Verschwiegen wird, daß die Physik der Nachrichtentechnik im digitalen System noch intakt und unabdingbar als Möglichkeitsbedingung (nämlich als Trägerfrequenz) bleibt - aber überlagert von einer vollständig andersartigen medientechnischen Episteme. "Einen Sender wählen Sie über dessen Namen aus - Frequenzlisten und langwieriges Suchen sind Vergangenheit", damit aber auch das Überraschungs-, also potentielle Informationselement- eine Entkopplung von der chronologisch vertrauten Kulturzeit: "Zurückspulen eines Live-Programms, zeitversetztes Hören (Pause-taste) und automatische Aufnahmen" Kennzeichen der neuen Empfänger, wie vom Begriff "Zurückspulen" erinnert: vormals auf Magnetbandbasis *nach Aufzeichnung* praktiziert

- den Suchvorgang mit Radiocassettenrecorder selbst speichern. Während sonst die auf Cassetten aufgenommenen Musikstücke eher identische

Reproduktionen darstellen und ebenso reproduzierbar sind, stellt die Ionosphärenverrauschung als Begleitgeräusch zum jeweiligen KW-Stück eine individuelle Signatur der Physik in diesem singulären Moment dar. Ist der Signifikant operativ, wird ein aktiver (Sende-)Vorgang mit einem seinerseits bewegten (rotierenden) Aufzeichnungsvorgang abgeleitet (und damit auf eine Zeitachse eingetragen).

Melancholie des Kurzwellenradios

- (über)trägt die hörbare Drift von KW-Sendereempfang im Unterschied zum UKW-Empfang jeweils noch das Rauschen des Realen der ionosphärischen Übertragung, also der Elektrophysik des Radios, an und mit sich, gleich den Bodenklumpen, die noch an den ackerschweren Bauernschuhen in der gleichnamigen Gemäldeserie van Goghs haften (Heidegger, *Ursprung des Kunstwerks*)

- Option von DRM eine bittere Ironie vor diesem Hintergrund, entzieht sie doch dem KW-Radio seine unverwechselbare Charakteristik. Das digital übertragene KW-Radio filtert genau jenes Rauschen heraus, worin der Übertragungskanal an seine Materialität erinnert (und der damit auch ohne Sendung als HF-Kanal dennoch hörbar ist, im akustischen Leerlauf dennoch sonisch Rauschen und die amorphen Wanderungen desselben sendend). Das Digitale (und das ist sein Sinn) dissimuliert seine Welterdung

- Sampling-Theorem anhand von Funkübertragung entwickelt:
A. Kotelnikow: On the transmission capacity of "ether" and wire in electrocommunications, Izd. Red. Upr. Svyazzi RKKA (1933); Harry Nyquist: Certain topics in telegraph transmission theory, Trans. Amer. Inst. Elect. Eng. 47 (1928); somit möglich, daß Kurzwellenradio ausgerechnet im Computer wahrer wiederkehrt denn je zuvor: Richard Zierl, Kurzwellenempfang mit dem PC. Hardware, Software, Installation und Bedienung, Baden-Baden (Siebel) 2006

- digitale Kurzwellenübertragung das Eine; das Verschwinden von klassischen Hardware-Empfängern zugunsten eines PC-Empfängers die andere Seite der "Digitalisierung" der Kurzwelle; "analoges" Radio wird zum Interface; auf dem Display das Empfangsspektrum *in Echtzeit* abgebildet. "Erfahrene KW-Amateure und SWL werden von dieser Empfängeremulation begeistert sein" = Zierl 2006: 56 über den Kommunikationsempfänger ICOM IC-PCR1500

- kehrt die Hardware als Phantom zurück: Steuerungssoftware des WR-G303e (*Sytem WinRADiO*) ist nicht nur systemtisch Windows-kompatibel, sondern realisiert auch die Windows-Ästhetik. "Zur einfachen, intuitiven Benutzerführung trägt entscheidend bei, dass der Aufruf der allermeisten Befehle nicht über ein Menü erfolgt, sondern über Tasten und Regler auf der virtuellen Frontplatte dieses <...> Empfängers" = Zierl 2006: 89; Abb. in: Zierl 2006: 89; so auch die Erfahrung von Gerhard Steinke mit dem von ihm entwickelten elektro-akustischen Synthesizer Subharchord: "Musiker"

(Komponisten) verlangen nach einem Interface, das nicht wie das Trautonium aus Steuerknöpfen für Parameter und Bandmanual besteht, sondern als Interface über eine klassische Klaviatur (orgelähnlich) verfügt

- PC-Radio von klassischen Kurzwellenjägern als willkommenes Hilfsinstrument für ihren Funksport entdeckt; liegt das medienepistemische Potential von WinRADIO im Zusatzpaket "Advanced Digital Suite", der eine Empfangsbeobachtung mit Hilfe emulierter Meßinstrumente erlaubt: ein "signal classifier" für den Scanbetrieb, NF-Oszilloskop, NF-FFT-Anzeige, NF-Wasserfallspektrum, Noise Reduktion (Rauschfilter)

- am Ende das Webradio als konsequente Form softwaredefinierten Radios, das hier zu sich findet. "Der Sender verbreitet <...> seine Programme über das weltumspannende Internet. Die Hardware des Empfängers besteht aus einem PC mit Soundkarte, die Antenne wird ersetzt durch einen drahtgebundenen oder drahtlosen (WiFi oder UMTS) Internetzugang. Neben Audio sind damit auch problemlos Multimediainhalte empfangbar, beispielsweise Texte, Bilder und Videos" <Zierl 2006: 135> - Ende des Radios (Antenne) als autonomer Technologie wie als Botschaft

Unschärfen

- digitaler Frequenzzähler am ansonsten analogen Weltempfänger zeitigt spezifische Störungen: "Digitale Schaltungen erzeugen fast immer ein starkes, breitbandiges Störspektrum, das den Empfang erheblich beeinträchtigen könnte"; bei 6 und 14 MHz manifestiert sich der digitale Frequenzzähler durch Pfeifstellen = Bedienungsanleitung zum Weltempfänger Grundig Satellit 3400 Professional, 9. "Durch Zu- oder Abschalten des Frequenzzählers wird - vor allem bei höheren Frequenzen - der Oszillator geringfügig verstimmt. Dies spielt bei normalem Rundfunkempfang keine Rolle, da die Verstimmung innerhalb der Bandbreite bleibt (< 1 kHz). Bei Empfang von SSB-Sendern muß allerdings die Empfängerabstimmung möglicherweise geringfügig korrigiert werden" <ebd., 9>; wird damit offenbar, daß ein Kurzwellenempfänger in erster Linie ein Meßinstrument ist. Frei nach Werner Heisenberg (und Friedrich Nietzsche) formuliert, schreibt hier die messende Anzeige am gemessenen Empfang selbst mit, nimmt also verschiebenden Einfluß auf ihn, so daß die genaue Frequenzfeststellung durch eben jenen Meßakt selbst sich immer schon entzieht

- Automatic-Noise-Limiter (ANL) "klippt" (beschneidet) Störspitzen, die über dem Nutzsignal liegen: unregelmäßige Knackstörungen, die bei Blitzentladungen oder dem An- und Abschalten von elektrischem Gerät entstehen. "Bei Störungen hoher Folgefrequenz (prasseln) bringt der ANL keine Verbesserung" <ebd., 10> - rosa Rauschen

Das Wunder des gelingenden Signals: Die spezifische Medienästhetik von Kurzwellenradio

- "Short Wave"-Empfang läßt elektromagnetische Wellen im Moment der Interferenz mit Störfeldern tatsächlich hören; im technischen Unglück entbirgt sich das Medium (Heideggers "Hammer", SZ)

- "... der Wunder größtes liegt darin, daß uns die Wunder alltäglich werden" = G. E. Lessing, zitiert in: Walter Bruch, Eines Menschen Leben, Mittweida (Hochschule Mittweida) 2008, 158. Bruch nennt den transatlantischen Kurzwellenempfang als Beispiel für "eine Technik, die von den Menschen unserer Zeit hingenommen wird, als hätte es sie schon immer gegeben"¹⁷⁶ - die ahistorische Ästhetik der Invarianz technischen Gestells. Medienarchäologischer Blick nimmt Massenmedien ihre Selbstverständlichkeit

- "Mein Kurzwellenempfänger, ursprünglich für den Empfang von Morsezeichen bestimmt, also Telegrafie, brachte auf einmal Sprache und schlecht und recht Musik, also Rundfunk, und / das aus Amerika. Irgendwann im Frühjahr 1929 empfang ich erstmals in der nacht um drei Uhr die Sendestation der General Electrics in Schenectady (US-Staat New York) <...>" = Bruch 2008: 158 f.

- was *eigentlich* beim KW-Empfang geschieht: das Gelingen einer (im Sinne Shannons und Luhmanns) unwahrscheinlichen Kommunikation: der drahtlose Empfang ferner Sendungen durch Vermittlung der Ionosphäre. Zwar gilt das technische Wunder des Empfangs von Stimmen aus der Ferne mit FM-Radio, doch wird der Hörer auf UKW (intendiert) gerade nicht durch Rauschen und Fading an den Prozeß der Übermittlung erinnert; demgegenüber beim KW-Empfang mit medienarchäologischem Ohr hören. Reduziert auf den reinen HF-Empfang, wäre dies bald eintönig; in Kopplung mit kommunikativer Semantik (NF-Modulation von Sprache und Musik) ergibt sich eigentümliche Mischung von Mediengehör namens Radio; medienarchäologisches Gehör un-menschlich insofern, als daß es dem technologischen Ereignis Aufmerksamkeit und *aisthesis* schenkt; in Verbindung mit humaner Semantik erhält diese Aufmerksamkeit ihren Charme; Aufzeichnung der "Ringsendung von allen Fronten" des Großdeutschen Rundfunks vom 24. Dezember 1942, welche das Deutsche Rundfunkarchiv birgt; erklingt mit Frequenzverzerrungen und Nachhall auf einmal ein synchronisiertes "Stille Nacht", ist dies zugleich eine Botschaft des Mediums

- ist es die Ionosphäre, deren "Wetterlage" die tatsächliche Sendung jeweils ihrerseits wieder (techno-)physikalisch moduliert: eine un-menschliche Form der Signalmodulation, im Spiel mit der sprachlich-musikalischen Modulation des Trägersignals (akustische Zeitskulpturen, sonische Radioplastik); beim KW-Radio das medientechnische Ereignis des Radios mitgehört, nicht schlicht der High Fidelity-Effekt des Inhalts, der das Medium vergessen macht; immediates Direktradio, Radio im elektrotechnischen Sinne, hier das Medium tatsächlich die Botschaft;

176Bruch 2008: 158

kommt man keinem anderen Medium im ästhetischen Sinne so nah; steht das "Analoge" dieser Nachrichtentechnik im Direktkontakt mit der Physik der Welt. Kein Computer (und dementsprechend kein Netradio) kann das.

- koinzidiert das Rauschen im Empfang elektromagnetischer Wellen nur metaphorisch mit dem hydrodynamischen (mechanischen) Meeresrauschen, das Leibniz am Strand vernahm

Die Epoche der Kurzwellensendung

- Science Museum, London: Reenactment des Empfangs; kann der musealisierte Empfänger in einen ahistorischen Zustand versetzt werden, solange die elektromagnetische Infrastruktur noch stabil ist (eine Epoche nach eigenem, elektrophysikalischen Gesetz): "In the 1920s radio amateurs were experimenting with communication on the short-wave bands. In 1926 a young man named Fred Walker contacted the Museum and offered to make a copy of the equipment he had built in 1924 when he was the first amateur to receive signals from Australia. Fifty years later, in 1977, that same man refurbished the receiver and found that it was still working as well as it did in the 1920s. The set has been displayed almost continuously in the Museum since it arrived in 1927" = http://www.sciencemuseum.org.uk/objects/radio_communication/1927-125.aspx?keywords=receiver; Zugriff 6. Juni 2008

- SDR (software defined radio): elektronische Hardware als Radioempfänger überstreicht große Bandbreite, über Software gesteuert; heißt *definition* im medientheoretischen Sinne das wohldefinierte technische Apriori / *l'archive*

KW-Empfänger als Analog"rechner"

- entbirgt das Blockschaltbild des tragbaren Transistor-KW-Empfängers Barlow Wadley XCR 30 (Barlow Television, Südafrika) das Prinzip "Synthesizer", nämlich die additive oder subtraktive Mischung, welche Frequenzdrift im Empfang kompensiert; das Gerät damit ein impliziter akustischer Synthesizer / Analogrechner. Zwischen den diskreten Frequenzmarkierungen auf der Wählskala kann linear interpoliert werden; intern zunächst eine Mischfrequenz aus MHz-Empfang und intern erzeugtem Signal geschaffen, die innerhalb des Durchlaßbereichs der Zwischenfrequenz liegt; Empfangsfrequenz wird außerdem mit dem Signal eines Quarzoszillators gemischt, der Oberwellen erzeugt und in die Mischfrequenz eingibt; ist der eigentliche (herkömmliche) Empfänger an die so operierende Mischstufe angeschlossen; die kHz-Skala des Empfängers dessen Abstimmung

- Nullsummenspiel der Nachrichtentechnik: weniger Trennschärfe um den Gewinn von mehr Bandbreite, zugespitzte Ökonomie für Kurzwellenradio. "Die besonderen Ausbreitungsbedingungen auf Kurzwelle bringen es mit sich, dass mal der eine und mal der andere Sender stärker hervortritt. Man

hört Nachrichten in mehreren Sprachen gleichzeitig, Musik von Klassik bis Pop oder Volkslieder aus fernen Welten. Ohne die übliche Kurbelei schweift man völlig entspannt durch den ganzen Kurzwellenbereich" = Burkhard Kainka, Kurzwellenaudion für AM und DRM; wird McLuhans sub-sonischer Begriff von *acoustic space* als Radio konkret

KW-Cassetten: Ableitungen nach der Zeit

- Während sonst auf Tonband (Spulen, Cassetten) aufgenommenen Musikstücke ihrerseits zumeist schon identische Reproduktionen darstellen, d. h. als Tonkonserven aus dem Rundfunkarchiv gesendet wurden, stellt die Ionosphärenverrauschung als Begleitgeräusch zum jeweiligen KW-Stück eine individuelle elektrophysikalische Signatur des in Aufnahmefortschritts dar. Die gegenüber der historische Zeit zunächst weitgehend invariante, von daher im Moment der Sendung redundante Tonkonserve, die bei der Aufnahme auf Empfängerseite mit Tonband ihrerseits nach einem kurzen Moment der abspielenden Aktualisierung wieder auf eine Tonkonserve gebannt wird - eine memetische Distribution, wird überlagert von der Einmaligkeit des ionosphärischen Ereignisses (Fading), dem aktuellen elektrischen Wetterbericht. In die Sendung aus dem Archiv mischt sich also neue (wenngleich unmusikalische) Information - ausgerechnet das Rauschen im Kanal. Diese Einmaligkeit wird empfangenseitig ihrerseits mitaufgezeichnet (mediale Historiographie); wird im Moment der Übertragung die semantische Sendung (die musikalische oder sprachliche Nachricht) durch das Ionosphärenrauschen nicht "prozessiert"; bleibt der Signal-Rausch-Abstand ein differentieller

Kurzwellen, Radiowetterberichte

- leitet sich *Sferics* begrifflich vom englischen Wort für atmosphärische Störungen ab - erst in der Störung manifestiert sich die Atmosphäre (das hat sie mit technischen Medien gemeinsam, ihren - frei nach Martin Heidegger - "Fehlfunktionen"). Unter Sferics versteht man "extrem kurzzeitige elektromagnetische Wellen" (Wikipedia), die sich innerhalb der Atmosphäre bilden; handelt es sich um Prozesse im zeitkritischen Bereich, für die das Ohr besonders sensibel ist, sensibler als Augen (und Fernsehen) es zu fassen vermögen. Hauptursache für Sferics sind Tornados und Gewitter, deren Blitzaktivitäten elektromagnetische Signale erzeugen. "Da es sich bei den verursachenden Blitzen oft um nicht sichtbare `Dunkelfeldentladungen´ handelt, werden die Sferics oft auch <...> als Dunkelblitze bezeichnet" <ebd.>; waren es nicht menschliche Ohren, sondern Elektronenröhren, die zuallererst solche elektrischen Erscheinungen aus dem Himmel erhörten: "Entdeckt wurden die Sferics zu Beginn des 20. Jahrhunderts, als man die Ursache von Störungen - Knistern und Knacken - in Radioempfängern untersuchte" <ebd.>; die wahren Archäologen der Elektrizität sind die Medien selbst.

- Audifikation unter verkehrten Vorzeichen - hörbare Elektrizität; Radio von Anfang an benutzt, um genuin nur im Akustischen operierende Artikulation

(Sprache als Erregung von Vibration in der Luft) jenseits der natürlichen klassischen physikalischen Medien in die Ferne übertragen zu können - durch künstliche Setzung eines eigenen Trägermediums, der elektromagnetischen Hochfrequenz, die dann musisch moduliert wird. Läßt sich das Ohr einmal auf dieses Medium ein, vernimmt es auch jene Ereignisse, die sich im elektromagnetischen Raum ungesendet artikulieren - eingeschmuggelte Audifikation

- Lev Theremin, als er statt Äoden und Musikanten eine neue Form von "Musik-Ingenieuren" konzipierte; operiert sein Theremin, jenes berührungslose Instrument, das Klänge durch Körperbewegungen im Hochfrequenzbereich moduliert, im Raum elektromagnetischer Wellen. Die Kapazität des menschlichen Körpers, genügend nahe am elektrischen Stromkreis, interfereert in diesem, und in die Parameter eingreift. Gerade der Cellist Theremin war sensibel für neue Optionen der Tongenerierung. "Mittels des `Ätherphone´ sang zu ihm reine Elektrizität", "die freien Stimmen der Elektronen" = zitiert in: Richard Kriesche (Hg.), Lev Theremin, Katalog im Rahmen des Projekts "Graz- Moskau-Graz", 92; wird der menschlichen Kultur ein Zweitkörper verliehen - der kein Körper mehr ist, sondern Feld, immateriell. "Theremin ließ die Materialität des Körpers verschwinden zugunsten seiner elektrischen Immaterialität, um ihm im `Klangkörper´ eine zweite Existenz zu geben. Der Körper wird in Töne `aufgelöst´" = ebd.; sowohl Analogie dramatische Differenz zum Gusle-Spieler Hamdo (bei Novi Pazar, September 2006): Gusle ist aus organischem Material gefertigt und erzeugt als kinetische Mensch-Instrument-Kopplung ("Kniegeige") Frequenzen. Theremin aber entwickelt Instrumente, um die elektrischen Impulse des Körpers selbst zu empfangen (ihr "Biopotential"); lassen sich solche mikroelektronischen Körpersignale in Klangereignisse umsetzen

- unter Titel "Sirenengesang" berichtet *Das Neue Universum*: "Bei dieser Überschrift werden unsere Leser wohl zunächst an das denken, was Homer in seiner Odyssee erzählt <...>. Der Physiker versteht aber unter einer Sirenen und ihrem Gesang etwas akustisch besonders Einfaches und deshalb für Studien sehr Geeignetes: liefert doch die Sirene wirkliche Töne fast ohne alle Obertöne, während bei allen Musikinstrumenten den Tönen Obertöne beigemischt sind, demnach nicht Töne, sondern Klänge entstehen. Töne ohne Obertöne sind für das musikalische Ohr wie Speisen ohne Würze für die Zunge; aber akustisch einfacher sind sie als Klänge. <...> Das ist dann der Sirenengesang der Physik" = 49. Jg. <1929?>, Stuttgart/Berlin/Leipzig (Dt. Verlagsges.), 401

- KW-Empfänger, einmal in Empfang versetzt, gibt selbst dann ein ionosphärisches Rauschen zu hören, wenn entsprechende Frequenz nicht auf Programmsendung. Immediat ist die Botschaft des Mediums der Empfang selbst, vergleichbar mit John Cages Ursene: hört im *anechoic chamber* der Harvard University nicht nichts, sondern immer noch seinen Blutkreislauf und seinen Herzschlag - Anlaß für seine Komposition *Tacet - Silent Piece*, 4'33 (1952) und seinen Aufsatz "Silence" (kein Schweigen, niemals)

Ein neuer Typ von Wetter: Elektronenwolken, Ionosphären

- Heavisideschicht als Bedingung des "Weltempfangs"; wird im Kurzwellenradioempfang ionosphärische Störung selbst zum Wetterbericht und zur Nachricht aus der wirklichen Welt der *physis*; "Funkwetter" Sammelbegriff für alle die Ausbreitung von Kurwellensignalen beeinflussenden Größen (Sonnenfleckenzahl, Erdmagnetfeldaktivität); KW-Unwetter: Die Es-Schicht (als sporadische Variante der Heaviside-Schicht) wird in rund 120 km Höhe besonders in den Sommermonaten tagsüber durch stark ionisierte dünne Schichten gebildet. "Durch die sehr starke Ionisierung ist es möglich, über ES-Wellen bis weit über 100 MHz zur Reflexion zu bringen. Es-Schichten treten wolkenartig auf mit Wolkendurchmessern von 80 bis 170 km und einer überwiegend nach Westen gerichteten Drift mit mehreren 100 km/h."¹⁷⁷

- unterliegt Richtfunkbetrieb (UKW) den Gesetzen der Optik, also von begrenzter Reichweite (es sei denn als hintereinandergeschaltetes Netz von Relaisstationen), problematisch "bei Verbindungen über Meere hinweg oder auch wenn aus politischen Gründen der Zwischenraum" - *to metaxy* höherer Ordnung - "nicht zugänglich ist" <Steinbuch 1968: 89>. Dafür alternative Streustrahl-(scatter-)Technik: Sende- und Empfangsantenne so ausgerichtet, daß sie einen Bereich in der Troposphäre (bis 30 km über der Erdoberfläche; dort "spielen sich die das Wetter gestaltenden Vorgänge ab. Dadurch können elektromagnetische Wellen vornehmlich im UKW-Bereich <...> durch Schichtungen unterschiedlicher Temperatur und Feuchtigkeit (Inversionsschichten) beeinflußt werden. Bei flachen Einfallswinkeln entstehen Reflexionen: Wolken, Schnee, Hagel und Nebel können absorbierend wirken."¹⁷⁸

- Ionosphäre (30-400 km über Erdoberfläche; Luftbestandteile nur noch verdünnt vorhanden; bilden Sonnen- und Weltraumeinstrahlungen ionisierte Schichte, die eine leitende Eigenschaft haben, einer Makro-Elektronenröhre gleich. Tages- und Nachtzeiten machen hier eine (quasi-photonische) Differenz; "daher werden von internationalen Ionosphärenbeobachtungsstätten Funkwetterberichte herausgegeben" <ebd., 334f>, durch welche sich Schiffe, Flugzeuge, Bodenstationen über Ausbreitungsbedingungen im Kurzwellenbereich informieren

"Funkloch"

- SWR-Sendung (Redaktion Maximilian Schönherr), Juli 2014, über das "Funkloch"; Grundversorgung; hingegen: Funkloch zwingt uns dazu

¹⁷⁷ Gerd Klawitter, Funk-Lexikon. Begriffe aus der Funktechnik leichtverständlich erklärt, 2. überarb. und erw. Aufl., Meckenheim (Siebel) 2001

¹⁷⁸ Betreiben moderner Fernmeldegeräte. Teil 2, Bremen (L.T.U.-Vertriebsgesellschaft) 1987, 332

darüber nachzudenken (Argument Jan-Claas van Treeck); erst Fehlfunktion macht Technik bewußt / Zuhandenheit (Heidegger); frz.: *zone d'ombre*; engl.: *skip zone*; USA *National radio quiet zone*, staatlich verordnetes Funkloch, groß wie NRW, mittendrin: Radioteleskop; nur dort elektromagnetische Interferenzen von anderer Seite weitgehend verhindert. Menschen pilgern dorthin, um Elektrosmog epochal zu entfliehen

Abhörstation Teufelsberg

- Audio Field Recordings unter einer der Abhörkuppeln auf dem Teufelsberg in West-Berlin, unter dem Titel *Radarstation 2* der Gruppe Fantomton: "Der Teufelsberg sendet wieder"; <http://fantomton.de/experimente/radarstation-2-call-for-tracks>. Mißverständnis der Kuppelräume: dienten der *Sichtabschirmung* der (Ausrichtung der) Parabolantennen für Spionage-Abhörung; darin einst nichts zu hören (bestenfalls Kühlaggregate); empfangen wurde Hochfrequenz / KW, eher sonischer denn klanglicher Natur. Kugelsphären waren in der Tat gefüllt mit Klang, aber vielmehr im sonischen, d. h. impliziten Sinne; es bedurfte der Demodulierung und Verstärkung in der tatsächlichen Empfangsetage, um aus solchen latenten Klängen tatsächlichen Lautsprecher- respektive Kopfhörerklänge zu erzeugen; Präsenz von KW-Radio in solchen Räumen sublim; prinzipiell jede Region der Erde von hochfrequenten elektromagnetischen Schwingungen durchsetzt, doch in solchen konzentrierten Räumen als erhaben erfahren

Babyphone

- an das "immediate Radiohören" (analoges KW-Radio) erinnern, gerade weil das öffentlich-rechtliche Radio auf digitale Sendung umstellt; Max-Planck-Institut für Ionosphärenforschung

- operative Replik einer Radioskulptur (Medienwissenschaft der HU zu Berlin), Lev Theremins "Terpsion", dreidimensionaler Antennenraum für Tänzer zur Tonmodulation mittendrin; Wiederinstallation der medienarchäologischen Urszene des Radios - Hertz' Sender und Resonator; im / als Medientheater aufbauen; Versuch, ein Baby Phone in Funktion zu setzen - bis dahin, daß der Kanal intermittierend rauschte: ein Schrei des Mediums selbst

Radio / akustisches Rauschen / Musik

- Radiokomposition *Aide-Mémoire* von Georg Katzer für Radio DDR II z. B., aus Anlaß des 50. Jahrestags der Machteinsetzung Hitlers: "Katzer benutzt ausschließlich akustisch-dokumentarisches Material aus der Nazizeit und kommentiert, interpretiert dieses durch vielfältige technische Manipulationen [...]. Katzer verwendet Geräuschfetzen Feiernder ebenso wie Geräuschfelder aus Stimmen der Hitler und Goebbels zujubelnden,

verblendeten Masse sowie einzelne Stimmen mit Treuebekennnissen. Und es gibt technische akustische Ereignisse: vom weißen Rauschen (das die Gaskam/mern symbolisiert) bis hin zu Geräuschfeldern, in denen Detonationen, Sirenen und splitterndes Glas zu hören sind" = Ulrich Roesner / Günter Mayer, in: Erwin Pracht et al., Ästhetik der Kunst, Berlin (Dietz) 1987, 85 f.

- Radio nicht protestantisch auf das Wort, auch nicht auf Musik reduzieren; vielmehr Geräusche a) als symbolisch inszenierte Einspielungen, vor allem sogenannte "Atmos", Hörgeräuschbilder räumlicher Situationen, immer schon eingesprenkelt; das Geräusch der Schreibmaschine; Sprachstörungen; b) unwillkürliche Störungen aus dem Medium selbst; c) Tinnitus-Klang im Ohr

- Radio Bremen, Die ersten Hörspiele. "Der neue Mensch und die Störung..." Essay von Wolfgang Hagen, <http://www.radiobremen.de/rb2/hoerspiel/hoerspiel75/stoerung.shtml>

- *rauschte* das Radio in der Anfangsphase (*en arché*) nicht nur technisch, sondern auch diskursiv¹⁷⁹, oszillierte noch zwischen reiner Medialität und Form (Programm); Layout im *Rundfunk-Jahrbuch* von 1930: Einerseits Werbung für den *Helios-Dynamis-Lautsprecher* ("naturtönend. Die Stimme des Raumes - das Gefühl, Dabei zu sein" - Aura des Numinosen); auf der anderen Seite die Anzeige der Union Deutsche Verlagsgesellschaft Zwangst. Berlin für Otto Kappelmayer, *Geringverlustrige Spulen und Kondensatoren*, mit dem Kommentar: "unentbehrlich für den Radio-Konstrukteur, als auch den Radio-Bastler"; unmetaphorisch das Rauschen den Medienarchäologen zugänglich; in der Formationsphase eines Medium zeigt sich noch seine Technik, seine Medialität, im Unterschied zum diskursiven Raum seiner Form, den metaphorischen Interfaces¹⁸⁰

- wird Radio nahezu unverzüglich als Medium zum Dialog mit den Toten begriffen = Jeffrey Sconce, *The voice from the void. Wireless, modernity and the distant dead*, in: *International Journal of Cultural Studies* Vol. 1, no. 2 (1998), 211-232; galt es, aus dem Rauschen Botschaften zu filtern

- Musik durch das Rauschen dynamisiert; (Stör-)Geräusche, Klanganalysen, die Klänge *zwischen* den Registern, Saiten, Tasten, Knöpfen und Schaltkreisen; Maschinenmusik der italienischen Futuristen und die frühen Elektronik-Pioniere der *Musique Concrète*, gestalterischer Umgang mit dem Rauschen

- Nebengeräusche stören die Rhetorik, bewirken aber gerade den Effekt des Realen (Roland Barthes). „*Naturgetreue Wiedergabe* ohne störende Nebengeräusche ist die Qualitätsforderung an die Schallkassette"

179 Habbo Knoch, *Der Verlust des Schweigens. Medientheorien und die Revolution des Hörens in den zwanziger und dreißiger Jahren*, Vortrag Göttingen, a. a. O., unter Bezug auf: *Rundfunk-Jahrbuch* 1939, xxx

180 Siehe Christian Lenk, *Rundfunk als Erscheinung*

(Dominik), doch erst im Störgeräusch spricht sich die Wirklichkeit des technischen Mediums, anstatt hinter seinen Realitätseffekten zu verschwinden

- verschwindet im digitalen Radio genau das technologische Dazwischen der Sendung, die Unschärfe, aus denen sich langsam ein Sender kristallisiert, so daß an den Radioknöpfen immer wieder die Foucaultsche Frage sich stellte: Botschaft oder Rauschen

Extremradio

- Massenmedien dadurch definiert, daß Radio und Fernsehen dazu dienen, durch Empfangsapparate Programme als Inhalte zu empfangen; meint Extremradio die medienarchäologische Variante: Programme als Testobjekte zur Bestimmung von Wellen und Frequenzen und ihren Bewegungen; dazu dienen speziell Sprache und Musik neben anderen kommunikativen (Morsefunk, Codes) sowie nicht-kommunikativen (Trägerwellen, Störungen) Geräuschen. Dies gilt insbesondere für die dynamischen Radiobewegungen (Kurzwellen, gespiegelt an der Ionosphäre, damit die Physik selbst in ihren Wettern abbildend)

- medienarchäologische Methode im konkreten Sinne von Geschehenem; 19. Februar 1919 über drahtlose Telegraphie erstmals nicht mehr ein Morsecode, sondern eine menschliche Stimme gefunkt - von einem Sender zu Testzwecken (berichtet die Webpage des Moskauer Rundfunk- und Fernseh museums über Rußland)

- Installation *Yokomono* von Staatplaat auf Ars Electronica Linz 2006: Raum gefüllt mit Plattenspielern; Abtastelektronik der Schallplatten fahrende Spielzeugfahrzeuge; über FM-Sender Abtastung übertragen auf Radio-Empfänger

- Vergleich einer analogen Signalkurve (Oszilloskop "scope it") und der heruntergesetzten Sample-Rate, wo die Treppenstufungen der digitalen Messung erkennbar sind. Doch *beides* spielt sich auf einem Rechnermonitor ab; wird der Vergleich analog/digital selbst zu einer Funktion des binären Rechners

- mit digitalen Mitteln (Programmierung) einen Schaltkreis zwischen Antennenempfang und Spule simulieren, oder liegt hier die Grenze des digitalen Rechners von analoger Physik (der elektromagnetischen Wellen)?

- Bau eines Oszillators mit drei Bauteilen: "Dieser Tongenerator mit nur drei Bauteilen, der theoretisch überhaupt nicht funktionieren dürfte, wirft ein Schlaglicht auf den Unterscheid zwischen Theorie und Praxis. Mit einem realen Oszilloskop (vgl. Abb. 10.10) erkennt man, dass es sich um eine Kippschwingung handelt. Der Piezo-Kondensator wird also immer schalgerartig entladen und lädt sich dann langsamer wieder auf" = Burkhard Kainka, Lernpaket Elektronik-Experimente (Handbuch), Poing (Franzis) 2004, 90

- Modell auf CD Electronic Workbench zeigt eine Schwingung. "Die Unterschiede zwischen Praxis und Simulation basieren auf einem nicht ganz realitätsnahem Modell des Transistors in EWB. Die Basis-Emitterstrecke eines realen Kleinsignaltransistors verhält sich in Sperrichtung ähnlich wie eine Zenerdiode <...>. Außerdem funktioniert ein Transistor wegen seines symmetrischen Aufbaus auch mit vertauschtem Emitter und Kollektor <...>. Diese beiden Besonderheiten erklären, dass es zu einem Emitterstrom kommt, noch nicht aber die Kippschwankungen. Das ist eben die Praxis, es funktioniert, aber keiner weiß warum. <...> Der Versuch zeigt anschaulich, dass man der Simulation und aller Theorie alles nicht glauben darf, und er in der Praxis können immer wieder unerwartete Effekte auftreten" <ebd.> - Veto des Realen, Kontingenz der tatsächlichen Physik, der Widerstand der analogen Welt

- Kristalloszillator zur Erzeugung genauer Frequenzen: Schwingquarze, bestehend aus einem Quarzkristall mit zwei Metallflächen; Keramik-Kristall des Piezo-Schallwandlers. "Eine von den mechanischen Abmessungen des Kristall abhängige Eigenresonanz stabilisiert die Schwingung eines Oszillators" = Kaikna 2004: 62; Schaltung mit realem Quarz kann wegen hoher Frequenz nicht durchweg von Software simuliert werden = ebd.; Grenzbereich zwischen Realität und Simulation: "Die reale Schaltung kann hörbare Schwingungen im Bereich von 4 kHz erzeugen. Sie schwingt jedoch nicht immer sofort an. <...> Tatsächlich ist die Schaltung gerade an der Grenze zur Schwingungsanregung, so dass wegen möglicher Streuungen in den Bauteiledaten ein Anschwingen nicht garantiert werden kann" = ebd., 63

- ist das Experiment (selbst als Fehlexperiment) erfolgreich, strömen Signale (Klang, Wort, Geräusche aus dem Äther, Radioanatomie), als Extremradio

Saiten, Schwingungen

- Präsentation (Audifikation) der Meßergebnisse / Einpegelung des Sirengesangs vor Li Galli durch ein Set ebensovieler Kurzwellensender, die dann per Kopfhörer (Empfänger) räumlich erreicht werden können = Beitrag Medienwissenschaft zur Langen Nacht der Wissenschaften, Mai 2006, Berlin. Analog zu den Wellen der Bucht von Li Galli, welche den Gesang reflektierten / brachen, werden sie nun zum Medium, aus denen sich die Stimmen / Klänge selbst wieder erzeugen. Doch in einem anderen Hochfrequenzbereich: Erst Meßmedien, die zeitkritischer / zeitsensibler sind als menschliche Ohren, vermögen den Befund zu sagen, warum das Reale des Akustischen hier an seinem Ort blieb; entsteht *technische* Schwebung, wenn synchron auf zwei verschiedenen Geräten ein und derselbe Kurzwellensender abgegriffen?

- sperrt sich Martin Heidegger dagegen, am Daseienden die Schwingungen zu vernehmen: "Der Stein lastet und bekundet seine Schwere. Aber während diese uns entgegenlastet, versagt sie sich zugleich jedem

Eindringen in sie. Versuchen wir solches indem wir den Fels zerschlagen, dann zeigt er in seinen Stücken doch nie ein Inneres und Geöffnetes. <...> Versuchen wir, dieses auf anderem Wege zu fassen, indem wir den Stein auf die Waage legen, dann bringen wir die Schwere nur in die Brechnung eines Gewichtes. Diese vielleicht sehr genaue Bestimmung des Steins bleibt eine Zahl, aber das Lasten hat sich uns entzogen. Wenn wir sie verständig messend in Schwingungszahlen zerlegen, ist sie fort. Sie zeigt sich nur, wenn sie unentboren und unerklärt bleibt. Die Erde läßt so jedes Eindringen in sie an ihr selbst zerschellen. Sie läßt jede nur rechnerische Zudringlichkeit in eine Zerstörung umschlagen" = Martin Heidegger, Der Ursprung des Kunstwerks [Vortrag 1936], Stuttgart 1963, 36; vermögen hochgetaktete Computer, physikalische Objekte gerade in ihrer Schwingung zu simulieren - anders als eine bloß mathematische Emulation

Lautsprecher

- Stereolautsprecher aus einem Empfangsgerät *versus* zwei unabhängige Empfänger auf dergleichen Frequenz
- externer Anschluß der (vom Jugendstil-Gehäuse entkleideten) historischen Lautsprechers (Philipps) an antiquarisches Radio; erschließt sich die technologische Individualität, der Charakter"ton" eines solchen Radios in seiner Röhrenanordnung und Rechnung von Widerständen, Kondensatoren (also mathematische Entscheidungen der Resonanz u. a., Verrechnung von Senderempfindlichkeit gegen Tonqualität u. s. w. jeweils als konkrete Festlegung), oder in der Peripherie - dem Lautsprecher? ist das, was am Ende (anders als den Meßgeräten der Bauteile) zu Ohren kommt, durch den Lautsprecher geprägt; Individualität des Radios als Medienwirkung vielmehr auf den Lautsprecher verlagert, außer sich

Das Mikrophon

- Gehörverstärker ("Personal Amplifier") *Easy Listener*: (dt. Beiblatt: *Hydas Hörverstärker* der Hydas Fabrik für Medizinalbedarf, Frankfurt/M.); macht per Kopfhörer den realen Umgebungsraum anders wahrnehmbar als mit den bloßen Ohren; treten (neben Rückkopplung bei allzu großer Nähe von Mikrofonteil und Lautsprecher) Halleffekte auf, wie sie vom Radio(lautsprecher) her vertraut sind - eine Anmutung, welche die mediatisierte Sonosphäre geradezu authentischer macht als die Normalwahrnehmung selbst, da hier technisch bewußter
- privilegiert Adorno die phonographische Operaufnahme gegenüber dem *live* Konzert, weil es die wiederholte, damit detailliertere Hören ermöglicht = Thomas Y. Levin, For the Record: Adorno on Music in the Age of its Technological Reproducibility, in: *October* 55 (Winter 1990), 23-47 (42); Karajans obsessives *remastering* (von Playback) der symphonischen Aufnahmen; Glenn Gould

Brecht (Radiotheorie)

- Zeitung *Völkischer Beobachter*, 26. November 1936, Nr. 331, Seite 15, Rubrik "Technik und Form"; Meldung: Das drahtlose Telephon; Baumaterial ausländischer Herkunft: "ganz Ultrakurzwellengeräte, die kombinierte Einrichtung zum Senden und zum Empfang besitzen"; vom Distributions- zum Kommunikationsapparat (Brecht, Enzensberger); ebd. Artikel Hans Peter Danielcik "Hört die nationalsozialistische Kritik bei der Technik auf?"

- noch in der Re-Edition ("70 Jahre Radiomann") des historischen *Radiomann*-Bausatzes von KOSMOS (Beiheft 1. Auflage Franckh-Kosmos Verlags-GmbH 2004) im Klappentext: "Achtung! Der Radiomann darf nur bei Vorliegen einer gültigen Tonrundfunkgenehmigung der GEZ bereitgehalten oder in Betrieb genommen werden!" Zählt also schon die "Bereithaltung", also der virtuelle Empfang, die Möglichkeit, die Potentialität. Aristoteles: ein Marmorblock der Möglichkeit nach (*dynamis*) eine Statue. Arbeitet der Bildhauer sie (her)aus, wird das potentiell Seiende ein Wirkliches (*entelechia*), Aktualität; dieser Übergang Bewegung = Arist. Physik II, 1; Helmuth Gericke, *Mathematik im Abendland*. Von den römischen Feldmessern bis zu Descartes, Wiesbaden (fourierverlag) 2004, 138 f.

- lag der historischen Variante des *Radiomann* ein Zettel der Franckh'schen Verlangshandlung (Stuttgart) bei: "Zur Beachtung! Auf Anordnung des Herrn Reichspostministers machen wir darauf aufmerksam, daß bei Abhören des Rundfunks mit Empfängermodellen die Rundfunkgebühr an die Reichspost zu bezahlen ist, Aufbau und Betrieb der verschiedenen Sendermodell nicht erlaubt ist. Eine Genehmigung kann nur an Schulen für unterrichtliche Zwecke auf besonderen Antrag erstellt werden."

- aktuelle Version des Kosmos-Baukastens zur Elektrotechnik X1000 (Stuttgart 2003); im Anleitungsheft erneut der Hinweis beigefügt: "Achtung! Rundfunkempfangsgeräte, auch einfachster Bauart, dürfen nur bereitgehalten werden wenn eine ordnungsgemäße Tonrundfunkgenehmigung vorliegt." Schon das Bereitliegen zählt also, wie zu Bertolt Brechts Zeiten des Reichspostministeriums.

- Experimentieranleitung zu Kosmos-Bausatz *Detektor-Radio Start*: "Hinweis. Das Detektor-Radio ist ein Rundfunkempfänger im Sinne des Gesetzes. Daher darf das Gerät nur betrieben werden, wenn eine Rundfunkgenehmigung vorliegt" = 9. Auflage Franckh-Kosmos Verlags-GmbH Stuttgart 2003, Innenumschlag; Reichspost der Weimarer Republik untersagt Nutzung von Radio als Rückkanal ausdrücklich. Quelle, welche die Verweigerung, aus Medien Rückkanäle zu machen, dokumentiert: den Mediendingen technisch, ökonomisch und historisch-archäologisch auf den Grund gehen. Den Hintergrund bildet die staatliche Fernmeldehoheit des Deutschen Reiches (Artikel 48 der Reichsverfassung von 1871) und damit des Reichspostamts; fand hier etws statt, was für das Internet problematisch wird: die Übertragung einer Gesetzgebung, die für ein Mediensystem entwickelt wurde, auf ein neues Mediensystem, ohne der technischen Modifikation Rechnung zu tragen; wurde Radio, also der

Rundfunk, wie elektrische Telegraphie behandelt, und fiel damit unter die Funkgesetznovelle vom 7. März 1908 (Gesetz zur Abänderung des Telegraphengesetzes).

- Winfried B. Lerg, Rundfunkpolitik in der Weimarer Republik, München (dtv) 1980), bes. 30 f.; wird Rundfunk dann zum "Führungsmittel", was dem Prinzip des Rückkanals zuwidersteht; Gerhard Eckert, Der Rundfunk als Führungsmittel, Heidelberg/Berlin/Magdeburg 1941

- war es Hans Bredow, als Telefunken-Direktor und dann als Technischer Staatssekretär im Reichspostministerium, der nach dem 1. Weltkrieg das Funkhoheitsrecht der Reichspost weiterverfolgte, um die Nachrichtentruppe des kaiserlichen Heeres aus dem 1. Weltkrieg unter Kontrolle zu halten; fortan nicht mehr Rundfunk potentiell von allen, sondern nur noch an alle: "Zunächst einmal bleibt das 'Senden', also das Sprechen, auch in Zukunft verboten. Erlaubt wird allein das Empfangen, das Hören" = G. W. Evenius, "Rundfunk für alle", in: Berliner Börsen-Courier Nr. 495 v. 21. Oktober 1923, anlässlich der ersten Unterhaltungsrundfunksendung aus dem Berliner VOX-Haus

- Hans-Christian von Herrmann, Sang der Maschinen. Brechts Medienästhetik, München (Fink) 1996, bes. S. 106 ff.; letzte Verse aus dem Radio-Sendenspiel "Die Maschinenbauer von Berlin" (1925): "Dringt er auch nicht hierher zu unserem Ohr / Laßt dennoch freundlichen Applaus erschallen."

- Archäologie der technischen Verhinderungen der interaktiver Mediennutzung, welche die diskursiven Utopien mit den harten Medienrealitäten in unterschiedlichen historischen Situationen konfrontiert; Schnittstelle von Mediensoziologie und Medienarchäologie

Radiotheater

- entstand Bertolt Brechts *Lindberghflug* (rekurrierend auf Atlantiküberflug von 1927) für das Kammermusikfest Baden-Baden; Uraufführung am 27. Juli 1929 "fand rein radiofonisch statt" = Golo Fölmer, unter: www.medienkunstnetz.de/werke/bertolt-brecht; indem aus einem provisorisch zum Sendestudio umgestalteten Raum das Stück in umliegende Säle übertragen wurde; tags darauf eine konzertante Aufführung: links Ensemble, Chor und Sprecher ("der Radioapparat"), rechts, durch einen Paravent getrennt, ein Schauspieler als Stellvertreter der Hörerschaft; er deklamierte den Gesangspart von Lindbergh, der in der Radiofassung von jedem Hörer am Rundfunkempfänger zuhause selbst vervollständigt werden sollte - also partizipativer Mediengebraucht, Interaktion, eine technisch gewordene konstitutive Leerstelle. "Immerhin leitete die Deutsche Welle ihre 1931 eingeführte Sendeform 'Musizieren mit unsichtbaren Partnern' vermutlich davon ab, bei der kammermusikalische Werk in unvollständiger Instrumentierung zum Mitspielen des fehlenden Parts am Radio zuhause aufforderten" = ebd.; hilflos umkreist die rundfunkhistoriographische, alphabetisch-symbolische

Fassung dieser Konstellation das reale Medienereignis selbst. Schaltet ein Hörer sein Autoradio ein und empfängt irgendeinen Sender, stehe er dem Radioereignis von Brechts *Lindberghflug* näher als jeder Historiker; wurzelt Medienarchäologie im tatsächlichen Signalereignis und ist in diesem Moment suspendiert vom historischen Kontext wie (*nolens volens*) die Archäologie im Moment des materiellen Fundstücks; Kluft zwischen der medienhistorischen Rekonstruktion und dem Radio gelingendem Signalereignis ist in der symbolischen Ordnung (Text) unüberbrückbar

"Live" Radio (mit Adorno)

- Theodor W. Adorno, *Current of Music. Elements of a Radio Theory* [1940], hg. v. Robert Hullot-Kentor, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2006, Part II: *Categories of Radio Physiognomics*, chapter V. Time - Radio and Phonograph, 120-128

- akustisch-mechanisches Schallereignisse (und damit auch Musik als erklingende) die nahezu-immaterialste Form der Erfahrung von Materialität; dem entspricht die Mechanik des Phonographen als Ritzung von Materie; Adorno über die "Nadelschrift"

- das Schallereignis als Modulation von Radioübertragung buchstäblich "unter (Wechsel-)Strom" gesetzt; nach dem Ersten Weltkrieg in Amerika die vormals für Militärfunk reserrierte drahtlose Rundfunktechnik "für die buchstäbliche Fähigkeit genutzt, die sich in der elektrischen Metapher offenbarte - der Strom, der das Radio versorgt -, um Musik in Strömen und sogar Klangfluten über beliebige räumliche Entfernungen hinweg zu produzieren"¹⁸¹; *acoustic space* (im Sinne McLuhans) stellt einen anderen Zustandsraum dar - den des elektromagnetischen Feldes, quer zum augenscheinlichen Primat des Visuellen an TV- und Computerbildschirmen

Sendung und Programm: medienarchäologisch Radiohören

- adressiert Albert Einstein zur Eröffnung der 1930er Funkausstellung in Berlin "verehrte An- und Abwesende"; nennt Radio "Werkzeug der Mitteilung"

- Absage im deutschen Radiosender der Frühzeit "Und vergessen Sie nicht, Ihr Radio zu erden"; Radio ist hier buchstäblich Massemedium

- Radioapparatur ihrerseits indifferent gegenüber der Frage, ob Menschen die demodulierten Frequenzen als Programm verstehen oder nur als Rauschen. Wirklich indifferent? existiert im elektromagnetischen und physikalischen Sinn der Schwingkreis, gerät bei bestimmten Frequenzen in Resonanz: eine harmonische Präferenz des technischen Mediums.

¹⁸¹Vorwort des Herausgebers, in: Adorno 1940/2006: 13

- Versuchsaufbauten ("Radio-" bzw. "Medienkunst"): eine Wand aus technisch identischen Radios im Sinne der Bauteile, etwa: homogen Transistorgeräte, mit denen gleicher Sender empfangen und abgestrahlt wird; vergleichendes Hören: die jeweilige klangliche Individualität der Radioempfänger, oder schlicht die Differenz der Lautsprecher? empfangene Sendungen, von winzigster Differenz in der Laufzeit der elektromagnetischen Wellen, und je nach binauraler Position des menschlichen Empfängers, identisch. Zweite Anordnung: eine Versammlung "historischer" Empfänger, Röhrengeräte; wird die Individualität der Einzelgerät hörbar, weil technisch instabil, Störungen nicht der Sendung, sondern aus dem Apparat selbst; oszilliert Radioempfang zwischen Medium und Botschaft; dienen die tatsächlich empfangenen Programme schlicht als Test für Empfangsbereitschaft

- wird Radio, meßästhetisch vernommen, entgegen McLuhans massenmedial orientierter Diagnose vom heißen zu kalten Medium, sobald es ein Interface nicht nur zu den Ohren, sondern auch den Augen und der sendersuchenden und rückkopplungsausgleichenden Hand an den Drehknöpfen bietet: Ein Ausflug in die Mittelwelle "wie in alten Zeiten. Dieses Radio braucht Stille um sich und beansprucht all Ihre Sinne. Genießen Sie die Vielfalt der Stationen vor allem am Abend. Lauschen Sie nach fensten Sendern, stellen Sie die Frequenzen messerscharf ein, und beobachten Sie dabei das Zeigerinstrument" = von Burkhard Kainka verfaßtes Begleitheft zum Montagepaket *Das "60 Jahre FRANZIS" Retrradio selber bauen. Das Komplettpaket mit Gehäuse und allen benötigten Bauteilen*, Poing (Franzis Verlag) 2008. 3 - mithin Radiofernsehen (die sichtliche Ästhetik ferner Radiosender, gleich meinen Anschlüssen eines Oszilloskops beim Empfang von Radio Kairo)

Radiostimmen

- Eduard Sievers, *Metrische Studien* 1918: Physiologie der Stimme: Stimme = Rhythmus + Melodie, "geregelt" durch "innere Schwingungen"

- erzeugt Episteme der Resonanz Ästhetik des "reinen Klangs" und der Stimme als "körperloser Wesenheit" (Kolb, *Horoskop des Hörspiels*, 1932; ders.: "Der über die Erde hinausgeschleuderte freie Strom der Funkwellen erhält die Modulation durch das vom Hörspieler erzeugte Wort, das Sinn und Richtung <Vektor> durch den Dichter erhielt" - eine markante Variation von Schillers Spruch, zitiert auf der Fassade der Deutschen Bücherei Leipzig: "Stimme und Körper verleiht die Schrift dem stummen Gedanken".

- Differenz von Radio- und Grammophonstimme (Meyer-Kalkus) - entspricht der Differenz von Milman Parrys Guslari-Aufnahmen auf Aluminium-Platte (1934/35) und Albert Lords Nach-Aufnahmen ebendort auf Wire Recorder (1950) - einmal schriftliche !"Gravur", noch kulturtechnische Tradition; andree Episteme: das elektromagnetische Feld, andere Wesenheit, nicht mehr mechanisch.

- epistemologische Differenz von Radio in Europa (vom Funken her gedacht, Hertz); USA: von Anfang an ungedämpfte Schwingung, die stimmoduliert werden kann (Argument Hagen)

- Sammlung von (Glas-)Skalen mit Senderangaben, historischen Index - das was bleibt, wenn Chassis, Holzgehäuse und Röhren längst entsorgt sind; einmalige technische Lösung die Fluchtlicht-"Kinoskala" des Radio Olympia Super 54

Jenseits des Audions: Superposition

- enthält jeder Superheterodynamische Empfänger einen eigenen Sender; oszilliert auf einer Frequenz, die um den Betrag der Frequenz des festabgestimmten Verstärkers (des Zwischenfrequenzverstärkers / ZF-Verstärker) von der gewünschten Eingangsfrequenz entfernt liegt; Mischstufe *überlagert* beide Frequenzen; Klaus Schlenzig, Transistortaschenrechner JUNIOR 1 bis 3, Berlin (Dt. Militärverlag) 1966, 19

- wird - in Ermangelung hochtechnischer Meßgeräte - ein vorhandener Rundfunkempfänger in Superschaltung zum Abgleich hinzugezogen, um Oszillatorschwingung eines selbstgebauten Supers einzustellen = ebd., 28

- Bertolt Brechts Radio-Theorie; wird wechselseitig der Empfänger zum Sender für einen anderen Empfänger

- zählt also die Differenz - als kommunikative Schwebung *zwischen* Medien (und nicht nur zwischen Medium und Mensch): "Dazu ermittelt man zunächst am unteren Bandende den tiefstgelegenen, aber noch genügend starken Sender (falls am Vergleichsgerät ein "magisches Auge" vorhanden ist, erkennt man ihn an der Größe der Leuchtfelder). Legt man wiederum an den Basisanschluß des Mischtransistors eine kleine Hilfsantenne <...>, so wird dadurch der Sender besser hörbar. <...> Danach verschiebt man die Eingangskreispuhle <...> so lange auf dem Stab, bis der Sender am lautesten hörbar wird" = 28

- mithilfe der Sender-, also Frequenzskala des vorhandenen (röhren-)Supers Abgleich durchführen. Medienarchäologisches Radiohören = die Suche nach Pfeifstellen: "Der Oszillator des Vergleichsgeräts und der des Taschenempfängers dienen wechselweise als "Sender". <...> Der Oszillator des einen Geräts wird, solange er unterhalb von etwa 1600 kHz schwingt, stets im anderen als Pfeifstelle hörbar (Überlagerung mit benachbarten Sendern), wenn man auf diese Frequenz abstimmt. Der dabei im neuen Empfänger eingestellte Sender wird anschließend auf dem Vergleichsgerät gesucht" = ebd., 29

- treten elektromagnetische Wellen als Radio und als Temperatur bisweilen in ein hörbares Verhältnis zueinander: "Bei Betrieb des Geräts in relativ hoher Umgebungstemperatur (z. B. im sonnenbestrahlten Kfz.) zeigt der ZF-Verstärker manchmal Schwingneigung" = 30>

Radiovisionen / Foxhole Radios

- "<...> richten den Blick zurück nach vorn auf eine Auseinandersetzung mit den zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten des Mediums Radio" = Andreas Hagelüken, "Radiovisionen. 250 Jahre Radio", www.radiovisionen.de - wenn es denn mehr sein soll als schlicht ein weiteres digitales Format; was der Begriff nicht meint: die buchstäbliche Lesart von "Radiovision". So nämlich hießen erste Versuche von John Logie Baird (ab 1925) mit der elektromechanischen Übertragung von "wireless television", basierend auf der Technologie der Kurzwellenradios. Das also wäre die medienarchäologische Version der Radiovisionen

- Foxhole Radios; <http://bizarrelabs.com/foxhole.htm> - die wahren medienarchäologischen Radios; die Wirklichkeit der Historie übertrifft noch alle medienkünstlerischen Fiktionen. Auf der anderen Seite des Zweiten Weltkriegs, bauten KZ-Häftlinge aberwitzige Radioempfänger in den Baracken, wahrscheinlich mit ähnlichen "objets trouvés". So indifferent ist Elektrotechnik gegenüber ihren Nutzern

Radio als Sendung: Radio-Postkarte

- ca. 1926; nicht Radiosender sendet, sondern das materiale Radio wird verschickt und kann dann vor Ort empfangen; Abbildung http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:Radiopostkarte_1.jpg; Herstellerfirma MUNDT & Co, Berlin-Wilmersdorf

Detektorradio

- Kristalldetektoren: "The Sounds are picked up by finding the section of the crystal where they are most audible" = Broschüre NHK Broadcast Museum, Tokyo; fragile Kontingenz einer Kristalloberfläche resonniert (*detect*); Kommunikation mit einer (elektrisch) stabilen Sendefrequenz - zwischen Physik und elektronischer Kultur. Historisches Detektor-Radio heißt im Museum für Verkehr und Technik Berlin in englischer Übersetzung "Demodulator Receiver" (eben, auch Demodulation)

- Experimentieranleitung zu Kosmos-Bausatz *Detektor-Radio Start*, 9. Aufl. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH Stuttgart 2003, Vorwort als Kommentar zur Frage, ob ein Radio ohne Stromanschluß und Batterie funktioniert: "Ja, das geht, denn die Energie für das Detektorradio wird einfach aus den Radiowellen geklaut. Dieser Klau ist auch gar nicht strafbar, wenn man eine Rundfunkgenehmigung hat" = 2; nach Modell Transponder (RFID) molekularer Computer, der sich Energie zur Verkörperung der binären Werte (Spannung) aus dem Wireless LAN selbst holt

- auto-energetisches Radio, wenn aus der Energie, die dem elektromagnetischen Feld des Senders durch Erdung beim Empfang entnommen wird, auch die Information (Modulation, Radiosendung)

entspringt; von Fritz Heider definierte physikalische, aristotelische Ding-Medium-Differenz (von Luhmann modifiziert zur relativen Form-Medium-Differenz) aufgehoben

- Energie als Information im Akt der Wandlung von elektromagnetischen Wellen und Schall am Lautsprecher, *transitive* Relation, im Unterschied zum Röhren- und Transistorempfang: muß erst ein Sockel an Strom gesetzt werden, die Verstärkung

- Eskalation digitales Radio; wird das akustische Signal nicht in eine andere Physik übersetzt (Elektromagnetismus), sondern kodiert und bleibt damit physikalischen Empfängern (dem menschlichen Ohr, dem Kristalldetektor) gegenüber ohne informatisches Hilfsmittel unzugänglich

- Detektorradio recht eigentlich eher Meßgerät und der eigentliche Detektor (mit Pyritkristall oder als Germaniumdiode) ein Sensor, nämlich physikalische Wandler, "welche dem Messsystem Energie entnehmen und diese in eine dem Messgerät adäquate Form umwandeln. Für elektronische Messgeräte sind die Ausgabegrößen des Sensors elektrische Ströme und Spannungen." = Skript ETH Zürich "Elektrotechnik", 222

- reagiert Radio-Kristalldetektor auf Wellen, deren Existenz nicht auf den reinen aristotelischen Medienbegriff (*to metaxy*) reduzierbar ist, sondern eine physiko-mathematische Wesenheit darstellt; tastende Feder entlang der Oberfläche des Kristalls (etwa Pyrit) schließt zitternd, also als lose Kopplung den (Schwach)Stromkreis, in den der Detektor eingeschaltet ist; eine Serie von Momenten (zeitkritisch, zwischen kontinuierlich und diskret: *Zeitpunkte*) macht das System (Schwingkreis, Resonanz) empfangsbereit für den Wechselstrom der Übertragungs- und der modulierten Schwingungen, nun gleichgerichtet

- Regenrinne als ideale Kurzwellenantenne

- im Fall von PC-Radios Stromversorgung direkt aus der seriellen Schnittstelle

- Begriff der losen / festen Kopplung (nach Heider / Luhmann Definition von "Medium" vs. "Ding" respektive "Form"); wird mit Radiosignalen konkret. "Man spricht bei dieser Schaltungsanordnung" wenn Antennenspule an Antenne und Erde angeschlossen - "von einer losen Kopplung, weil es keine direkte Drahtverbindung von der Zusatzspule zu den anderen Teilen des Radios" - etwa die Spule, worauf gewickelt ist - "gibt. Das Gegenteil ist die feste Kopplung"; Mittelding zwischen diesen beiden Varianten", Erdanschluß als Stelle, an der Antennenspule und Spule zusammenlaufen" = Neumann 2003: 18

- unterstreicht Giulio Panconcelli-Calzia in seiner Studie *Das AlsOb in der Phonetik*, daß "seitdem es gelungen ist, Schallvorgänge in elektrische zu verwandeln", die Kultur "es mit dem Schall nicht mehr direkt, sondern nur

indirekt zu tun hat, über die Elektrizität¹⁸² - die aber teilt, gleichursprünglich, das Wesen mit der Stimme als Wellen, Frequenzen. "Vom Standpunkt des Als Ob handelt es sich dabei um eine substitutive Fiktion, die formell betrachtet ein Gegenstück in der Algebra hat, die auf der substitutiven Verwendung der Buchstaben an Stelle von Zahlen beruht"; ebenso "hat die substitutive Umwandlung der Schallvorgänge in elektrische eine tiefgreifende Änderung des Gesamtbildes der Akustik hervorgerufen" = Calzia zitiert nach Rieger 2001: 258

- Aristoteles, der gegenüber Demokrit darauf insistiert, daß zwischen den Atomen nicht Nichts, sondern ein Medium sein muß - so wie Maxwell für Elektromagnetismus noch einen "Äther" statt Vakuum supponiert (womit erst Einstein aufräumt): "Weder plombierte noch offene Züge fahren durch den Korridor des Mediums, er wird allein von Lauffeuern und Nachrichtenketten durchquert. Nicht ein Gegenstandsteil, sondern eine Mediumserregung - nicht beispielsweise ein Farbatom, sondern ein Schwingungszustand - gelangt zum Organ und wirkt auf dieses ein" = Wolfgang Welsch, Aisthesis. Grundzüge und Perspektiven der Aristotelischen Sinneslehre, Stuttgart (Klett-Cotta) 1987, 192 - mithin transitiv. Keine ortshafte Verlagerung also; ästhetische Übertragung meint vielmehr "eine eher qualitative Veränderung, die unter Beibehaltung des Ortes des jeweils betroffenen Mediumsstücks zustandekommt" <Welsch 1987: 192, unter Bezug auf Arist. De anim.> - buchstäbliche Transversalwellen, Schall, Schwingung

- Detektor-Radio-Bausatz Kosmos: Übertragungsmedium (das elektromagnetische Wellenfeld) gleichzeitig die Energielieferung für den Empfang - transitiver Radioempfang; Signale (modulierte Wellen) also gleicher Wesensart wie das Übertragungsmedium selbst

- wie (im Sinne von Aristoteles) die Stimme im Übertragungsmedium Luft sich selbst als Medienereignis entbirgt, indem sie ihren Schallwellencharakter offenbart, von Ursprung an

RFID

- RFID-Chips Vorlauf für "Internet der Dinge"; Funketikett; darin Chip, läßt sich drahtlos auslesen; Entwicklung Fraunhofer-Institut für Materialfluß und Logistik, Dortmund

- RFID-Technik (Radio Frequency Identification); für automatisierte Warenlager (Steuerung des Materialflusses); Ware routet sich selbst

182 Zitiert hier nach: Stefan Rieger, Schaltungen. Das Unbewußte des Menschen und der Medien, in: Stefan Andriopoulos / Gabriele Schabacher / Eckhard Schumacher (Hg.), Die Adresse des Mediums, Köln (DuMont) 2001, 253-275 (257f)

- mit "tags" bzw. "Transpondern", als RFID (radio frequency identification), angeheftet an Objekte, kommt "radio" wieder auf seinen technischen Urbegriff zurück

- E-mail als Datenpakete unterwegs; jedes Päckchen hat Zieladresse, wird von Routern identifiziert, auf jeweils bestmöglichem Weg zum Ziel; dezentrale Steuerung

Radiokritik mit Heidegger

- Heideggers Infragestellung des gängigen Begriffs der "Technik"; 1949 über Radio nicht als Programm, sondern als technische Sendung: "Abgesperrt in den Stückcharakter des Bestandsstücks ist jeder Rundfunkhörer, der seinen Knopf dreht, abgesperrt als Stück des Bestandes, in den er eingesperrt bleibt, auch wenn er noch meint, das An- und Abstellen des Apparats stehe ganz in seiner Freiheit" <Heidegger 1949/1994: 38>. Doch Menschen "sind in ihrem Wesen schon auf diesen Charakter, Bestandteil zu sein, gestellt" = ebd.; setzt den unwahrscheinlichen, aber im posthistorischen Sinne denkbaren Fall, "daß plötzlich überall auf der Erde aus jedem Raum die Radioempfangsapparate ver/schwänden - wer vermöchte die Ratlosigkeit, die Langeweile, die Leere sich auszudenken, die mit einem Schlag die Menschen befele und ihren Alltag durch und durch verstörte? Es wird hier, wohlgemerkt, nicht über die Rundfunkhörer, auch nicht über den Rundfunk abgeurteilt. Es gilt nur, darauf hinzuweisen, daß in dem Bestand, der Rundfunk heißt, ein Bestellen und Stellen waltet, das in das Wesen des Menschen eingegriffen hat. Weil es so ist, und weil der Mensch nicht von sich aus allein und nie durch sich über sein Wesen entscheidet, deshalb kann das Bestellen des Bestandes, deshalb kann das Ge-Stell, das Wesen der Technik, nichts nur Menschliches sein" = Martin Heidegger, Das Ge-stell [1949], in: ders., Bremer und Freiburger Vorträge, Frankfurt/M. (Vittorio Klostermann) 1994, 24-45 (38 f.)

- sei Technik nichts "nur-Menschliches", indem sie Menschen auf eine unvermeidliche Weise umstellt; konkret Radio, die Sphäre der elektromagnetischen Wellen, nicht dessen Programminhalte. "Das Radio - und heute natürlich das Fernsehen ebenso - hat in diesem Heideggerschen Sinn die gleiche reelle Realität <...> wie die moderne Grundlagenphysik ihren reellen exakten mathematischen Gleichungen hat, die, schrecklicherweise, sagt Feynman, dazu da sind, mit ihnen fortzufahren, während alle Fragen nach dem 'Was ist' auf eine bestimmte Weise unmöglich werden" = Wolfgang Hagen, Theorien des Radios, <http://www.whagen.de/AETHER>; Absage von Medientheorie an die philosophische Ontologie

- äußert sich Heidegger in *Die Kehre* drastisch zu technischen Medien; unter ihrem Regime vergehe dem Menschen durch Funk und Film Hören und Sehen = Heidegger, Martin: Die Kehre. In: Ders.: Die Technik und die Kehre. Pfullingen: Verlag Günther Neske, 1962b. S. 46 ; wirkliche Herausforderung dieser Epoche indes das kybernetische Denken:

"erschließen, speichern, verteilen und umschalten" (Heidegger); als Weise des Entbergens walte dies (Gewalt) auch in Funk und Film, verhindere, daß das Dasein und mit ihm der Mensch zu seinem Wesen gelangt, dem scheinbar besseren Weltverständnis durch technische "Ausweitung der Sinne" (McLuhan) zum Trotz; sprach Heidegger in *Sein und Zeit* dem Radio noch einen enthobenen Status zu, mit Radio vollziehe das Dasein seine Tendenz zur Nähe, diene der Ent-fernung. "Seeing becomes the circuit-model of all sense. The worst thing that seeing can do is to hurry hearing along, forcing it to mistake the clamor of Enframing for the murmur of Being" = Richard Dienst 1994, 119, 120. "Enframing" (Heideggers "Gestell") meint das Walten der modernen Technik, die das Dasein von sich selbst entfremdet

Techno-Trauma: Mit"sprache" des Realen im Radio

- beschreibt Helmut Lethen unter dem Titel "'Knall an sich': Das Ohr als Einbruchstelle des Traumas" = in: Inka Mülder-Bach (Hg.), *Modernität und Trauma. Beiträge zum Zeitenbruch des Ersten Weltkrieges*, Wien (WUV) 2014, 192-210 (196) über den aus den Gefechtsgräben der Fronten des Ersten Weltkriegs als Vernehmen von Trommelfeuer vertrauten "chronische[n] Alarmzustand, der im Unterstand über das Gehör erzeugt wird". Dieser insistiert als nicht-historisierbare Wiederholung in Form von akustischen Schreckneurosen. In der Uraufführung von Arnolt Bronnens Weltkriegsdrama *Katalaunische Schlacht* von 1924 ertönt am Ende aus einem Grammophon das Geräusch von Granateinschlägen ebenso wie die letzten Worte sterbender Soldaten: veritables Medientheater

- hat Hans Bredow von Seiten der Firma Telefunken zur Überbrückung dieses akustischen Traumas in seiner *sigetischen* Variante, nämlich den Pausen zwischen den Trommelfeuersalven, mit dem ersten Einsatz von Radio als musikalischem Unterhaltungsmedium in den Schützengräben an dergleichen Weltkriegsfront experimentiert

- alltägliches Gegenstück dazu Radiopraxis, unartikulierte Geräusche aus Sprachbeiträgen, vor allem in Interviews und Ansagen, herauszuschneiden
- wie es mit defekten Stellen in antiken Tonträgern geschieht, wenn ihre Aufnahmen zu kommerziellen CDs digitalisiert / "remastert" werden;
Fehlerkorrektur-Algorithmus auf CD-Ebene die techno-mathematische Antwort auf traumatische Schweige- und Fehlstellen

- meint Techno-Trauma nicht allein medienvermittelte traumatische Momente wie die TV-Übermittlung der Flugzeugattacke auf das New Yorker World Trade Center am 11. September 2001; lokalisiert Medienarchäologie dieses Momentum bereits auf der grundlegenden Ebene der Mensch-Technik-Kopplung selbst. Schockwellen: Über Radiowellen vermittelte Geräusche das Eine; die Unhörbarkeit des hochtechnischen Radioereignisses aber ein sublimerer Schock - gerade weil er unterhalb der menschlichen Wahrnehmungsfähigkeit liegt. "[R]adio has become a Platonic substantiality that causes it to vanish irresistibly as a

technological medium."¹⁸³ Daraus leitet sich der *terminus technicus* "hochtechnisch" überhaupt ab: Medienereignisse dies- oder jenseits dessen, was menschliche Sinnesphysiologie fassen

- erfahren Menschen Radio als Lautsprechergeschehen; Lautsprecher als Interface zwischen Empfangsapparat und menschlichem Ohr bereits ein Übersetzer; eigentliches Radio in seiner elektrotechnischen Schaltung filtert die niederfrequenten Töne aus dem hochfrequenten Trägersignal, bleibt aber damit im gleichen Medium; Lautsprecher aber transponiert die aus elektromagnetischen Wellen gewonnenen Impulse in hörbaren Schall - eine Wesensverwandlung des Schwingungsereignisses aus Elektromagnetismus in Mechanik.

- läßt sich das notorische Diagramm der technischen Signalübertragungstheorie nicht von fünf auf schlicht drei Komponenten (Sender - Kanal - Empfänger) vereinfachen. "[...] Shannon's information theory [...] categorically distinguishes between the receivers and the recipient of the information, that is, the radio sets and listeners - because he wanted to be able to leave the recipient out of the mathematical theory. There is thus a dividing line, inaudible in itself, between what is heard and what is broadcast"¹⁸⁴; endet Radio als technisches Medienereignis genau dort, wo es für menschliche Hörer überhaupt erst beginnt: am Lautsprecher

- Meldung "La Télégraphie Sans Fil" beschreibt M. N. in L'illustration Nr. 2928 vom 8. April 1899 zunächst, wie sich am Strand von Wimereux, nahe Boulogne-sur-Mer, ein von Marconi errichteter Antennenmast erhebt - zum Zweck der drahtlosen Telegraphieverbindung zwischen Frankreich und England, über den Ärmelkanal hinweg. "Des curieux s'approchent, font le tour, examinent longuement, paraissent ne pas comprendre. Que comprendraient-ils en effet? Personne ne comprend, pas même les savants." Versuch einer Erfassung des Phänomens: "ce mât échange avec un mât semblable, planté sur la côte anglaise à 50 kilomètres de là, des signaux, des télégrammes qui s'envolent en quelque sorte en liberté, invisibles"; techno-epistemologisches Momentum. Quer zu den physikalischen Wellen des Meeres ereignen sich die elektromagnetischen Wellen aus eigener Kraft: "Par tous le temps, que la mer soit grosse ou étale, que l'atmosphère soit limpide ou brumeuse, que le vent souffle en brise ou en tempête, la communication s'établit à volonté entre l'Angleterre et la France, les ondes électriques vont d'une rive à l'autre"; verstrickt sich Autor in den Wellen als Medienereignis und als Metapher in seinem Versuch, das Erhabene der drahtlosen Übermittlung von Signalen zu beschreiben. Erst nach Betreten der Empfangsstation im naheliegenden Haus, am Morse-Empfänger, gibt sich das Ereignis den menschlichen Sinnen preis: "La phrase s'inscrit sur le ruban de papier en traits et en

183 Friedrich Kittler, Observations on Public Reception, in: Daina Agaitis / Dan Lander (Hg.), Radio rethink. Art, Sound and Transmission, Banff (Walter Phillips Gallery) 2xxx, 75

184 Kittler a.a.O., 76

points aussi réguliers, aussi clairs pour le télégraphiste que si elle était venue le long d'un fil enveloppé de gutta-percha et reposant au fond de la mer."

- Kabeltelegraphie dem menschlichen Begriff von (Nachrichten-)Übertragung als Transport noch einsichtig; drahtlose Telegraphie als "communications à distance" ("Tele-Kommunikation") hingegen entzieht sich ihm - "une transmission si délicate". Die Antenne: "[C]ette perche est toujours prête à recueillir les vibrations inconnues qu'une perche semblable a lancées dans l'espace"; ereignet sich nicht schlicht Kommunikation in die Ferne und aus der Ferne, sondern ebenso eine *Distanzierung* des Mensch-Technik-Verhältnisses. Technik nicht länger körpergebundene Kulturtechnik, sondern eskaliert zur genuinen Medientechnik.

"Vom Schallspiel zur Medienwissenschaft": Friedrich Knilli

- verkündet Friedrich Knilli in *Das Hörspiel* von 1961 mit medienarchäologischem Gespür: "Geboren aus Verstand und Leidenschaft wächst in den Laboratorien und Studios eine neue Tonkunst heran, alle herkömmlichen Musikvorstellungen sprengend. Die großen Saiten-, Blas- und Schlaginstrumente schrumpfen zu kleinen Vakuumröhren, Ionenröhren, Transistoren; elektronische Instrumente - Tongeneratoren, Trautonium, Melochord, Ondes Martenot -, elektro-mechanische Wurlitzer- und Hammondorgeln und die elektro-akustische Radioorgel des *Abbé Pujet* imitierten und ersetzen nicht nur alle herkömmlichen akustischen Musikinstrumente, sondern erzeugen auch jeden gewünschten Ton und Klang."¹⁸⁵

- war der Untertitel des genannten Buches programmatisch: „Mittel und Möglichkeiten eines totalen Schallspiels“. Das Sonische von seinen physiologischen und technologischen Produktionsbedingungen her zu denken, und ebenso von der akustischen Materialität her und als Schwingungsereignis, gelingt einem genuin medienarchäologischen Gehör

- zeigt es das Umschlagbild des Buches von 1961 unmißverständlich: kein metaphorischer Blickfang, sondern ein graphisches Arrangement von Diagrammen und Schemata der für das Zustandekommen eines Hörspiels notwendigen Prozesse: ein Tonspektrum deutscher Vokale, das Frequenzspektrum eines Geräusches sowie ein Ohrenschnitt und das Schema einer Einkanalübertragung - und das alles nach W. Reichardt, *Grundlagen der Elektroakustik* (Leipzig 1960)

- kam Friedrich Knilli von seiner frühen "technischen" Ausbildung zum Hörspielthema, dann in Berlin zu bewegten Bildern Film / Video; wurde unversehens zu einem Medienwissenschaftler wurde; in bester Tradition von Lessings "Laokoon"-Theorem (1766) seine Leitthese von der

185 Friedrich Knilli, *Das Hörspiel*, Stuttgart (Kohlhammer) 1961, 30

"Medienbedingtheit der Inhalte" (Mitteilung Friedrich Knilli, Januar 2009);
ders., Das Hörspiel in der Vorstellung der Hörer. Selbstbeobachtungen,
Frankfurt / M. et al. 2009

- Knilli: "Wie Leute damals Hörspiele erlebten – ohne Fernsehen, ohne Internet –, kann in diesem Buch nachgelesen werden, denn es enthält eine Untersuchung, die ich in den fünfziger Jahren in Graz durchführte. Die damals zwanzigjährigen Hörerinnen und Hörer, die an dieser Befragung teilnahmen, beobachteten sich selbst: wie sie Innenräume, Straßenszenen und Landschaften ausmalten, Bösewichte, Helden und Liebespaare porträtierten, wie sie sich an ihre Körperempfindungen herantasteten und an ihre Stimmungen. Diese psychologischen Befunde und die Gespräche mit den Redakteuren und Technikern des ORF-Studio Graz führten zur Erfindung des Schallspiels, das ich 1961 in einem Taschenbuch proklamierte und das der HJ-Dramatiker und NDR-Hörspielchef Heinz Schwitzke in DER ZEIT so sehr verriß, daß es ein "Bestseller" wurde"

- damaliger Titel: „Das Hörspiel. Mittel und Möglichkeiten eines totalen Schallspiels“ (1961); hat sich in damaliger Epoche kein Germanist, kein Theaterwissenschaftler für technische Medien interessiert; Wiederholung dergleichen Situation unter Computerbedingungen mit Habilitationsverfahren Kittler

- in der stolzen Tradition Hermann von Helmholtz' Friedrich Knillis Forschung in Graz an die Gestaltpsychologie angegliedert - ein Konzept von Medienwissenschaft, welche eine gewisse Nähe zwischen medientechnischen und sonischen (akustischen, musikalischen) Prozessen betont (beide sind ja radikal zeitbasiert)

- Wiederauflage seines Hörspiel-Buchs: Kontroversen um das Konzept des "totalen Schallspiels" als Provokation des akustischen Mediums Radio gegenüber der Vorherrschaft von Sprache im Theater: das Sonische vom Medium her zu denken

Radionotizen

- Datenfunk; praktiziert NSA Möglichkeit der Datenauslesung auch ohne *online*-Anschluß der Observierten; Bedingung dafür ein (unerkannt) im Mikrochip eingebauter "Radiosender" = Radiomeldung Januar 2014; binäre Daten als Radiowellen ausgestrahlt - wie im digitalen Funknetz überhaupt; auch digitale Signale per Funk immer noch elektrophysikalisch analog, aber im Sinne der Informationstheorie "digital" gesendet (Vorläufer: Telegraphie)

- Nano-Radio; funktioniert nicht oder nur teilweise elektr(on)isch: "The single nanotube serves, at once, as all major components of a radio: antenna, tuner, amplifier, and demodulator. Moreover, the antenna and tuner are implemented in a radically different manner than traditional radios, receiving signals via high frequency mechanical vibrations of the nanotube rather than through traditional electrical means" = xxx

- während der Arbeit am PC Rückkopplungen des Computers mit dem laufenden Radio, das die Frequenzen der Datenverarbeitung in Akustiksignale und *noise cluster* umsetzt (im Unterschied zum *sound*)

- beschreibt Paul Valéry angesichts der "neuerlichen Fortschritte auf dem Gebiete der Übertragungsmittel" Radio als präfigurierendes Dispositiv des Fernsehens: "I. Wie kann man an jedem Punkt der Erdkugel im gleichen Augenblick ein Werk der Tonkunst zu Gehör bringen, wo auch immer es aufgeführt worden ist? II. Wie kann man an jedem Punkt der Erdkugel und zu jedem Zeitpunkte nach Wunsch ein Werk der Tonkunst neu ertönen lassen? <...> Wir sind noch ziemlich weit entfernt davon, die Welt des Sichtbaren unserem Willen bis zu diesem Punkte dienstbar gemacht zu haben" = Paul Valéry, Die Eroberung der Allgegenwärtigkeit, in: ders., Über Kunst. Essays, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1959, 46-51 (49)

- Platinen: "Though <s>he knew even less about radios than about Southern Californians, there were to both outward patterns, a hieroglyphic sense of concealed meaning, of an intent to communicate." <Thomas Pynchon, The Crying of Lot 49>

- "akustische Photographie"; arbeitet im frühen Radio nach dem Vorbild von Photographie und Film mit „Überblenden, Zeitlupe, Zeitraffer, Großaufnahme, Trick etc. <...> Man wird sich <...> abkehren müssen von dem Begriff der Musik in der *Wirklichkeit*, ihrer *Nachahmung* durch die Maschine - sondern diese vielverlästerte Maschine wird sich einen *eigenen* akustischen, ihrem Wesen gemäßen Inhalt schaffen.“¹⁸⁶

Die Radio-Sendung: speicherlos

- zeitigt 20. Jahrhundert ein an sich speicherloses technologisches Gestell: das Radio

- Radio vor Magnetbandaufzeichnung im Kern (abgesehen von Direktmitschnitt auf Schallfolien) seines Medienwesens (im Vollzug) Übertragung, nicht Speicherung; "reine" Radiobotschaft erschöpfte sich dereinst (wie menschliche Stimme vor Edisons Erfindung des Phonographen) in der reinen Sendung: flüchtig

- technische Simultaneität zwischen Sendung und Empfang grundlegender Unterschied zu den akustischen Signalspeichern Phonograph und Grammophon, die allesamt "Schallkonserven" darstellen. In der medienarchäologischen Inkubationsphase Radio - sofern es nicht hybrid sendeseitig auf externe Tonträger und empfangsseitig auf Direktmitschnitt

186 Guido Bagier, Der sprechende Film, in: Anbruch (1926), H. 8, 380ff; zitiert nach: Ulrich Roesner / Günter Mayer, in: Erwin Pracht et al., Ästhetik der Kunst, Berlin (Dietz) 1987, 623f

auf Schallfolien zurückgriff, fast durchgängig *live*; denn bis zum Durchbruch des Magnettonbands (trotz Poulsons Telegraphon) waren elektromagnetische Wellen kaum zu speichern. Radiophonie wandelt Ton und Klang in elektromagnetische Wellen und überträgt Audiosignale damit, "aber es speichert nicht. Elektromagnetische Wellen wären der Speicher, aber die sind "[...] nur relativistische Effekte einer elektrischen Energie [...]. Im [sic] einem streng formalen Sinn ist Radio [...] immer nur jetzt und nur jetzt, dieser Augenblick, unspeicherbar, gebunden an diesen, jetzigen Moment des Radiomedium-Ereignisses [sic] auf der fortlaufenden Zeitachse" = Wolfgang Hagen (1996), Theorien des Radios. Ästhetik und Äther, <http://www.whagen.de/seminare/AETHER/Aether3.htm>; Abruf 14. Juli 2014

- sukzessive Radio unter Einsatz von Audiospeichertechnologien auch archivbildend; in den USA National Public Radio *Sonic Memorial* project = "a national aural memorial of the September 11 2001 attacks on the world Trade Center" - u. a. die letzten Mobilfunknachrichten von Menschen in den Türmen kurz vor ihrem Tod = Elisia L. Cohen / Cynthia Willis, One nation under radio: digital and public memory after September 11, in: new media & society vol. 6 (5) 2004, 591-610 (*abstract*)

- in Begriffen der Historizität gedacht erstaunlich, daß ein "historischer" Radoröhren-Empfänger das jeweils aktuelle Programm empfängt, nicht etwa schon vergangene Sendungen an ihm haften wie das klassische museale Objekt; entspricht dem prinzipielle, sofern schaltungslogisch nicht anders gelenkte Gedächtnislosigkeit von Technik. Radio - ein speicherloses Gestell; im temporalen Sinn (Präsenzerzeugung) ist Radioübertragung "heiß" (McLuhan); läßt sich McLuhans systematische Unterscheidung von "heißen" und "kalten" Medien auf die medientechnischen Modi von Zeitwahrnehmungsirritation übertragen - zeitintensiv und zeitextensiv

- allein in diskursiver Deutung ein Medium, mit den Toten zu sprechen: Jeffrey Sconce, The voice from the void. Wireless, modernity and the distant dead, in: International Journal of Cultural Studies Vol. 1, no. 2 (1998), 211-232

Ton- und Magnetband

- 1934 von der BASF das analoge Magnetband entwickelt; 1991 kehren 1500 Bänder der Reichsrundfunkgesellschaft aus dem russischen Archiv nach Deutschland zurück; zwar ein veraltetes Format, doch kompatibles Tonbandgerät ließ sich nachbauen. Die historischen Aufnahmen wurden wieder hörbar = Bernhard Epping, Verheerende Altersschwäche. Elektronischen Datenträgern droht der Zerfall, in: bild der wissenschaft 11/1995, 30-34 (34); technisch-analytische Medienarchäologie als *reverse engineering*

- Wiederentdeckung der Bachmann-Radioreportagen aus Rom Radio Bremen; FAZ v. 24. März 1998, L 6

Schallarchive (bis 1945)

- auf Berliner Funkausstellung 1932 Vorführung von Schallplatten aus dem Rundfunkarchiv „Die Stimmen berühmter Persönlichkeiten“, *déjà* = Heide Riedel, 70 Jahre Funkausstellung. Politik, Wirtschaft, Programm, Berlin (Vistas) 1994, 53

- Schallarchive lösen das Schriftmonopol der Historiker ab; ein Sicherungsarchiv (Binnenethnographie Deutschlands): "Das *Reichsschallarchiv*, das in engem Zusammenhang mit dem Rundfunk steht, darf als die größte und bedeutendste Lautsammlung gelten. Dort sind alle politischen Ereignisse, alle Reden bedeutender Staatsmänner (auch solche, die nicht publiziert werden), die Berichte der Propagandakompanien und alle wichtigen kulturellen Leistungen den In- und Auslandes archiviert und dokumentarisch aufgeschlossen. <...> Matrizen, die als echte Archivalien gelten müssen. Ihre Lagerung erfolgt so, daß eine Beeinträchtigung oder ein Verlust nach menschlichem Ermessen ausgeschlossen ist" = Dominik (Reichsrundfunkarchiv); Tempo des Rundfunks überführt das Archiv in Echtzeit / Synchronisation: "Alle diese Schallkonserven müssen innerhalb weniger Minuten greifbar und sendebereit sein. Die Katalogisierung und Dokumentation muß daher so weit ausgebildet sein, daß alle Bedarfsträger und Sachbearbeiter daraus alle wesentlichen Angaben über Titel und Datum, Inhalt und Laufdauer, genaue Beurteilung (politische, künstlerisch und technisch) sowie sonstige Merkmale entnehmen können. *Welche Bedeutung der Schallkonserve als Archivalie zukommt, erhellt daraus, daß eine Reihe großer politischer Dokumente und geschichtlicher Ereignisse in ihrer Urfassung nur als Schallaufnahme vorliegen.* Es sei hier nur an die Proklamation des Führers, Kriegserklärung an Polen, an die Notenwechsel mit der englischen Regierung (beim beabsichtigten Austausch Verwundeter) <...> erinnert" = 48. Signaltreue solcher Tonkonserven: "*Naturgetreue Wiedergabe* ohne störende Nebengeräusche ist die Qualitätsforderung an die Schallkonserve." <48>; "Die Forderung <...> nach plastischer Wiedergabe ist beim Magnettonverfahren durch die Zweikanal-Aufzeichnung verwirklicht" = 49 f.; kehrt es wieder, das Phantasma von Rankes Diktum und Grillparzers zynischem Kommentar: Natur im Selbstausdruck. Womit die Kultur der Sekretäre endgültig in Techniken der Selbstaufzeichnung, -speicherung und -verarbeitung transformiert ist, bis hin zur Selbstkopie digitaler Gedächtnisse

- "Der Historismus ist heute nicht nur nicht überwunden, sondern er tritt jetzt erst in das Stadium seiner Ausbreitung und Verfestigung. Die technische Organisation der Weltöffentlichkeit durch den Rundfunk und die bereits nachhinkende Presse ist die eigentliche Herrschaftsform des Historismus" = Heidegger, "Der Satz des Anaximander", xxx, 301

Deutsches Rundfunkarchiv Frankfurt/M.

- DRA Frankfurt/M., Ende 1999 Zehntausend Audio-Stunden digitalisiert, gezielt auf zu erwartende Geburtstagsdaten hin: der kalendarische, nicht mehr historische (weil nicht diskursiv verarbeitete) Vektor des digitalen Archivs; Logik des Kalenders triggert Gedächtnis; Konsequenz daraus lautet digitale Speicherung *on demand*: das digitale Archiv generiert sich aus den jeweils konkret von Benutzern (und für sie) konvertierten (analog zu digital) Daten; Formular „Einspielung in digitales Archiv“. Digitalisierung zeitaufwendig (doppelte Echtzeit). Parallel zum *demand* auch Digitalisierung analoger Bestände aus Sicherheitsgründen (physischer Zerfall der Datenträger / das Gesetz der Hardware schreibt Gedächtnis vor). Digitales Archiv selbst operiert im UNIX-Rechner mit Robotersteuerung der Speicher buchstäblich (weil ein schwarzer Kasten) eine *black box* auch für die Archivare. Geräuscharchiv in Standort Berlin-Adlershof (ex-DEFA); Standort Frankfurt/M. vornehmlich Audio-Bereich und Rundfunk

Auf dem Weg zu einem dezentralen Soundarchiv?

- diverse archaische Tonträger in Lautarchiv der Humboldt-Universität weitgehend in Digitalisate überführt. Analog zum Konzept einer dezentralen Mediathek für den Bild-TV-Programmbereich damit *online*-Vernetzung existierender Laut- und Geräuscharchive in der BRD denkbar, gekoppelt mit dem Zugang zu den Radio- respektive Hörfunkarchiven der einzelnen Anstalten. Nicht länger betreibt der Soundarchäologe Feldforschung, ausgerüstet mit Mikrofon und Bandgerät. Vielmehr betreibt er eine Archäologie zweiter Ordnung im Raum des Medienarchivs: „Im Multimedia-Zeitalter kommen die Töne immer häufiger aus dem Soundarchiv und werden dann am Computer bearbeitet, gemischt und fertiggestellt.“ Der Sender Freies Berlin stellt aktuell ein digitales Tonarchiv von rund 1000 Geräuschen und Atmosphären (Uhrenticken, Tropfen eines Wasserhahns) unter dem Namen *hoerspielbox.de* zur freien Nutzung samt herunterladbaren Soundeditoren ins Netz.¹⁸⁷

Digitale Audio-Speicher

- technisches Audio- dem Visionsgedächtnis vorgängig; WDR plante zunächst für Hörfunk digitales Gedächtnis auf Platten / Robotersystem

- automatisierter Archivspeicher mit Funkhausvernetzung; "erfolgt die Sendebereitstellung ausschließlich aus der Zwischenspeicher-Ebene, zum Beispiel aus dem Aktualitätenspeicher und aus dem Wellenspeicher <?>, der den überwiegenden Teil der Musikträger ständig vorhält. Das bedeutet, daß er eigentliche Archivspeicher durch die Sendeabwicklung nur gering belastet wird. Darüber hinaus ist das Auslesen von Beiträgen aus dem Archivspeicher völlig zeitunkritisch. Das Übertragen von gewünschten

187 „Uhrenticken und Babygeschrei“. Meldung in der Berliner Zeitung Nr. 164 v. 17. Juli 2000, 20

Musikbeiträgen aus dem Archiv in den Zwischenspeicher kann nämlich bereits beim Erstellen des Sendelaufplans lange vor der eigentlichen Sendung erfolgen" = Andreas Matzke, HA Technischer Hörfunkbetrieb, Süddeutscher Rundfunk: Das automatische Schallarchiv im Zentrum eines audiomäßig vernetzten Funkhauses, Vortrag anlässlich TEKO-Sitzung, 28. August 1996, Typoskript (S. 7)

- digitale Fortsetzung des Analogen mit anderen Mitteln? "beschreibt das Stichwort 'Digitalisierung' den Kern der neuen technischen Möglichkeiten eigentlich nicht. Die Tatsache, daß ein Audiosignal in seiner digitalen Form gespeichert und verarbeitet wird <...>, hat an sich keine grundlegenden Folgerungen für die Abläufe in einem Funkhaus. <...> die digitale Signalverarbeitung ist hier nur Mittel zum Zweck" = TS Matzke 1996: 1, jedoch neue, genuin klangbasierte Sortierfunktionen algorithmisch (Software)

- MPEG3 Kompression durch Ausfilterung jener Frequenzen, die vom menschlichen Ohr nicht wahrgenommen werden; Speicherreduktion durch Hintergehen der humanen Sinne, aus der Perspektive von McLuhans prothetischer Medientheorie; entsteht digitales Archiv abzüglich des infinitesimal differenzierten Spektrums analoger Klangwellen

RADIOSTERBEN / "90 JAHRE RADIO"

- 29. Oktober 2011 letzter Sendetag des regulären deutschsprachigen Programms der Deutschen Welle auf analoger linearer Frequenz (6075 kHz), auslaufend mit der Umstellung von Sommer- auf Winterzeit; Begründung: in "entwickelten Medienmärkten" heute so (analog) nicht mehr konkurrenzfähig; Versprechen: partielles online-Angebot, multimediale Verknüpfung; die heroische Epoche (seit 1953) als Audio-Archiv zugänglich erhalten, damit dem Internet-Werden dieses Radiosenders ein Gegengedächtnis verleihen

- Erstkündigung 29. Oktober 1923: Verbreitung von Unterhaltungsrundfunk mit Musikbeiträgen "auf radiotelephonischem Weg"; prägnanter Vorlauf: Ingenieurs-Testsendung Weihnachten 1922 (technisches Gelingen hier die eigentliche Botschaft, Radio an sich); Aufnahme auf welchem Speichermedium erhalten?

- O-Ton Hans Bredow wahrscheinlich vorweg auf Phonographen-Zylinder gesprochen, dann im Radio als Sendung eingespielt; umgekehrt eine Kriegsrede Kaiser Friedrich Wilhelms WK1 erst nachträglich im Studio phonographisch noch einmal zur Überlieferung aufgesprochen, somit keine klassische historische Quelle darstellend

- nennt Bredow Radio "Kulturfaktor"; verheimlicht damit, daß er das Unterhaltungsmedium schon in den Gräben des 1. Weltkriegs testete, für Soldaten, die nichts sahen, nur hörten, und nach Ablenkung verlangten, um nicht psychisch verrückt zu werden - also Rundfunkmusik gegen den Lärm der Artillerie.

- feiert der 29. Oktober 2013 (vornehmlich im Öffentlich-rechtlichen Radio selbst) 90 Jahre Radio in Deutschland, erste reguläre Programmsendung vom VOX-Haus aus; beginnt im Sinne von Kommunikationswissenschaft Radio mit seiner Sendung als programm-basiertes Massenmedium; aus medienarchäologischer Sicht vielmehr das Ende, das *telos*, die Voll-Endung einer vorbedingenden Entwicklung hin zum Radio ist; erster "Radiofunke", gesendet und empfangen in einem Hörsaal der Technischen Hochschule von Karlsruhe durch Heinrich Hertz, einerseits der Beginn von Radio als elektromagnetischem Sendeereignis (nicht Programm, sondern Signal, drahtloser Funk), seinerseits die Vollendung einer akademischen Forschungsfrage, mit Faraday und Maxwell auf den Weg gebracht

- zeitversetzter Mitschnitt einer Radiosendung; Wiederaussendung "live" im elektrotechnischen Sinne

- mikrosonische Transienten, der "Anklang", der (für Leibnizsche *pétits perceptions*) die Zeitlichkeit der akustischen Wahrnehmung ausmacht, mithin Verweltlichung; entsprach 1923 der Aufwärmzeit der Elektronenröhren *im* Radio

- *live*-Interview autorisiert aktuelle Radiosendung durch das Risiko der Nicht-Wiederholbarkeit der Aufnahme (kinematographische "Klappe" vs. Theaterbühne)

- das "innere Wesen des Funks; Richard Kolb, Das Horoskop des Hörspiels, Berlin (Max Hesse) 1932, 11; Radio-Stimme als "körperlose Wesenheit" = Kolb 1932: 57

- anders als Klang von Schallplatte steht die Radiostimme mit dem Hörenden im unmittelbaren Kontakt = Kolb 70 ff.; *live*-Stimme: "Gerade vielleicht die kleine Zufälligkeit, die ovn er vollendeten Sendung abweicht, mag üfr uns das untrügliche Zeichen der Echtheit sein. Und Echtheit ist eine Forderung, die aus dem Wesen des Funks entspringt" = 76 - nämlich seiner elektromagnetischen Übertragungsform

- das "Funkische" (Begriff von Kurt Flesch); hybrid: "live on tape"; Begriff des Mit-"Schnitts" erinnert auch im Digitalen noch an die MAZ, Magnetton-Aufnahme auf Band, wodurch das Radio - an sich ein präsentistisches Medium - wenn nicht historisiert, so doch verzeitlicht

- Kommentar des heutigen Direktors des Rundfunkmuseums auf dem Telegraphenberg in Königs Wusterhausen: Radio vermochte in "Echtzeit" Information zu vermitteln; digital retroaktive Verwechslung von "live" und "Echtzeit"; Echtzeitigkeit / Rechtzeitigkeit

- bedeutete Rundfunksendung - dem Zeitwesen elektromagnetischer Übertragung gemäß - jahrzehntelang Unverzögerlichkeit (falls nicht von "Konserven" gesendet, also von vorab besprochenen Zwischentönträgern oder von eingescanntem Film). In klassischen *live*-Medien Radio & Fernsehen - also dort, wo das elektronische Medium am Reinsten zu sich

kommt - haben sich Signale im Akt der Übertragung auch schon verausgabt - da sie (von umständlichen und sporadischen Direktmitschnitten auf phonographischen Platten abgesehen) empfängerseitig vor Einführung von Magnetophonen und Videorekordern für den Heimkonsum nicht in einem Gedächtnis oder besser: Speicher aufgingen; heute "online"-Sein; Rushkoff, *Present Shock*

- Möglichkeit zeitversetzter Anhörung als Gewinn an "Zeitsouveränität" (Zielinski); Rundfunk-Konzept "Mediathek" nicht auf Dauer, sondern Zwischenspeicherung für sieben Tage: "Archiv auf Zeit"

Funkstille, Radiosterben

- zieht der Onlinemediennutzer konsequent *streaming radio* vor

- Pyrit-Kristall als archäologischer Vorläufer von Halbleitern (Gleichrichter)

- kein Pausenzeichen (würde Zuhörer irritieren, würden abschalten); heute aber: "Back-Timer", exakte Heranführung an Nachrichtenzeit; Verschwinden des Intervalls

- *fading* nicht technisch ausblendbar, physikalisch bedingt

- DLF mit Sendeauftrag (Mittelwelle) ab 1962; vorab: Deutsche Welle (KW)

- bei Internet-"Empfang" von Radio erstmals über IP-Adresse Hörer identifizierbar

- "Geo-Blocking" von Radioempfang über Internet nur für rechtsbehäftete Sendungen (Sportübertragungen)

- fungierte AM auch als "Gewittermelder" für Bergsteiger, da unwillkürlich EM-Wellen des Blitzes auf den Sender-Empfang durchschlugen

- UKW-Netz nie vollständig für ganz Deutschland, daher flächendeckende LW / MW; *mobil* Analogempfang im Ausland nach Abschaltung MW nicht mehr möglich; aber stationär über Satellitenempfang

- bislang analoge Sinsusschwingungen, nun Impulse; die Zeit des Radios selbst berechnen: kleinste Laufzeitdifferenzen, wie sie für Bodenwellen (LW / MW) in der Verbreitung auftreten, heute auch im AM-Bereich wegkalkulierbar; am Ende der Radio"sender" neu konfiguriert zu: Computer + Verstärker

- "Niemand hört Radio. Was Lautsprecher oder Kopfhörer ihren Benutzern anliefern, ist immer bloß Programm, nie das Radio selber"¹⁸⁸ - es sei denn:

188 Friedrich Kittler, Die letzte Radiosendung, in: TRANSIT Innsbruck (Hg.), Radio "On the air". Kunst im öffentlichen Raum, Redaktion: Heidi Grundmann / Nicila Mayr, Wien 1993, 71-80 (72)

AM-Empfang, transitives, *immediates* Radio. "Nur im Ernstfall, wenn Sendungen abbrechen, Ansagestimmen ersticken oder Sender von ihrer Empfangsfrequenz wegdriften, gibt es für Momente überhaupt zu hören, was Radiohören wäre" = Kittler ebd.; buchstäbliche "Funkstille". Im Moment des Abbruchs konvergieren Historie und Technik

- Martin Heidegger, *Das Gestell* (1949); sind es technische Dispositive, die den Menschen zeitkritisch *stellen*; übertragen auf Mobilfunknetzte und Internet im Zeitbereich: *online*-Sein

- DRA-Dokument (Transkript) OKW-Bericht vom 9. 5. 1945; Beispiel für Funkstille das Ende des Zweiten Weltkriegs im großdeutschen Radio; hier konvergierten Historie und Technik. Am 9. Mai 1945 meldet sich der Oberkommando der Wehrmacht zum letzten Mal als Rundfunk (Reichssender Flensburg, Hauptquartier des Großadmirals) und erklärt die Einstellung aller Kämpfe. Den Schlußsatz des Deutschen Reiches aber ergänzt die Logik des Mediums selbst: „Es tritt eine Funkstille von drei Minuten ein.“¹⁸⁹ Der Fülle des Kriegslärms und seiner Großen Erzählungen folgt die Leere.

- nimmt in der Dramaturgie von Orson Welles das Radiohörspiel von H. G. Wells' *The War of the Worlds*, ausgestrahlt am Abend des 30. Oktober 1938, die "September 11"-Attacke auditiv vorweg. Wer derzeit die Anmoderation verpaßt hatte und sich aus Nachbarprogramm-Pausen einwählte, wurde von einem Schock heimgesucht; Karsten Lichau / Viktoria Tkaczyk / Rebecca Wolf, *Anregungen*, in: dies. (Hg.), *Resonanz*, 2009, 11 f. Dem die nahende Katastrophe atemlos berichtenden Reporter entfällt das Mikrofon (soweit die Dramaturgie), die Sendung bricht ab. Tatsächlich aber sendet Radio unhörbar - die reine Radiobotschaft der Trägerfrequenz - weiter.

- heißt hier Zerstörung der Radiowelten selbst - doch nicht als Einbruch des Realen, sondern seinerseits gefaßt ins Regime der Narration, das Imaginäre der Historie. So heißt es im Hörspiel: "We are informed that the central portion of New Jersey is blacked out from radio communication due to the effect of the heat ray upon power lines and electrical equipment" = Werner Faulstich, *"The War of the Worlds" / Der Krieg der Welten. Vier Hörspiele [Transkription der Hörspielfassung]*, Tübingen 1981, 22

- Pulsdauermodulation PDM i. U. zur herkömmlichen Amplitudenmodulation: kein kontinuierliches HF-Signal ausgestrahlt, sondern nur Impulse; die Breite der einzelnen Pulse wird von Stärke der Modulation bestimmt

- Übergang von drahtloser Radiotelegraphie zu Radiotelephonie d. h. "von gedämpften Schwingungen, die mit dem Signal identisch sind, zu ungedämpften Schwingungen, bei denen ein hochfrequenter Träger und

189 Deutsches Rundfunkarchiv (DRA) Frankfurt/M., Archivnummer 2723099

niederfrequentes Signal - Radioschwingkreis und Mikrophonschwingkreis - getrennt sind"¹⁹⁰

- Differenz zwischen transitivem und intransitivem Radiohören. Werden nur die aufmodulierten Signale vernommen, handelt es sich um hermeneutisches Hören; Funkpeilung aber hört mit medienarchäologischem Ohr auf den Sender der Trägerfrequenz an sich - "die Nachfolge der Ontologie"¹⁹¹.

- kehrt mit dem vollständig digitalisierten, sprich: gepulsten Übertragungsweg (für Radio und alle anderen mobilen Telekommunikationsmedien) der telegraphische Impuls wieder ein

- TIMES vom 8. Mai 1922 - die letzte Passage aus einem Artikel über "Radio Hype"

- realisierte Guglielmo Marconi 1899 erstmals drahtlose Telegraphie als Funkübertragung über den britischen Ärmelkanal, indem er einen Knallfunksender (Namen "Telefunken") ein- und ausschaltete. "Mit dieser digitalen <!> Modulation ließen sich Morsezeichen übertragen. Ein Fritter im Empfänger reagierte auf das Hochfrequenzsignal und die unstete Leistung des Senders war [...] zu hören" = Wikipedia, Eintrag "Modulation", Abruf November 2015"; spielte Trennschärfe noch keine Rolle, Anzahl der Sender begrenzt. "Bis 1913 konnten Sender nur ein- und ausgeschaltet werden, was man bestenfalls als sehr rudimentäre Modulation bezeichnen kann. Eine Modulation mit vielfältigsten Signalen, deren feine Nuancen auch übertragen werden müssen, setzt eine Oszillatorschaltung voraus, die zunächst ein konstantes Signal erzeugt - das wurde erst nach der Erfindung der Meißner-Schaltung möglich. Das war der Beginn des Rundfunks" = ibid.

- Wiedereinkehr der Telegraphie heute in Form der Modulation von Mobilfunk

- Vom Anfang zum Ende des Mittelwellenradios; Argument gegen die Mittelwellenabschaltung ist, daß DAB+ sich laufend ändert und nur lokale Reichweiten hat. Ein zweites Hauptargument ist, daß die Mittelwelle einen verlässlichen kommunikationsstrang über lange wege gewährleistet. Während der erdbebenbedingten Katastrophe des japanischen Atomkraftwerks von Fukushima brach das Internet (samt seines "Kurznachrichtendienstes" twitter) sofort zusammen, während die mittelwelle noch sendete. Doch selbst dann sendet Mittelwelle wahrscheinlich ins Leere: Kaum mehr jemand verfügt über einen Mittelwellenempfänger, und wenn doch, ist er Hörer sich kaum noch dessen bewußt, *daß* er eine solchen besitzt = Paraphrase eines

190 Bernhard Siegert, Eskalationen eines Mediums. Die Lichtung des Radiohörens im Hochfrequenzkrieg, in: TRANSIT (Hg.) 1993: 13-39 (20 <? >)

191 Siegert 1993: 21

Mittelwellenverteidigers (Potsdam) durch Maximilian Schönherr, November 2015

- Digitalisierung des Übertragungswegs aber ist nicht schlicht eine Nachfolgetechnik des analogen Radios, sondern eine Transformation seines Wesens

Funkstille und Digitalradio

- meinen Reichweiten von Radio auch die *arcana imperii*; sein elektrotechnisches Apriori ist ein *archive* im Foucaultschen Sinn. "All the civilian frequency bands on long, medium, short and ultrashort wave, <...> will disappear as tiny windows in a spectrum that includes everything from the gigahertz range of spy satellites to the extremely long-wave radio of submarine rocket carrier systems. <...> in the electronic no man's land, 'where the non-existing empires rule' <Anm. = Pynchon?> <...> the imperial system can by now completely dispense with information recipients: with the National Security Agency, <...> the evaluation of intercepted signals has been carried out automatically since 1957 through decoding computers. Thus the end of radio as an entertainment medium corresponds exactly to a self-closing of information technologies on the part of the sender <...>. What the receiving antenna picks up, consequently, is <...> an imperceptible but still permitted special case in the large arsenal of the *arcani imperii*."¹⁹²

- medienarchäologische Anamnese: Demonstration dessen, was Langwellenempfang überhaupt war (und restweise noch ist¹⁹³); Diskontinuität, der "Hiatus" (Arnold Gehlen) schon zu tief, schon zum Abgrund geworden, den das zeitgenössische Medienbewußtsein nicht mehr überbrückt: https://www.youtube.com/watch?v=_Vot8psP79Q

- lange Antenne; Überlagerung i. U. zum digitalen "alles oder nichts" im Digitalmodus

- dramatisch zugespitzte Situation zeigt ein Video, wenige Tage vor der letzten DR-Sendung auf Langwelle aufgenommen: <https://www.youtube.com/watch?v=OFWidTQOTzk>

- fragt sich für Medienwissenschaft (nicht für Radioamateure und Radiosammler): wie darüber sprechen *ohne* schlicht in Nostalgie zu verfallen? Läßt sich die Liebe zur Langwelle medienarchäologisch und

192 Friedrich Kittler, Observations on Public Reception, in: Daina Agaitis / Dan Lander (Hg.), Radio rethink. Art, Sound and Transmission, Banff (Walter Phillips Gallery) 2xxx, 76

193 Siehe Gerd Klawitter / Klaus Herold / Michael Oexner, Langwellen- und Längstwellenrundfunk, 3. Aufl. Meckenheim (Siebel) 2000

wissenschaftlich als Kulturfaktor rechtfertigen? gute Argumente für analoge Radioübertragung jenseits der Melancholie?

- Langwellen des Deutschlandradios mit Beginn des 1. Januar 2015 nicht mehr in Betrieb; medienarchäologischer Fokus die Identifizierung der technotraumatischen Irritation: "Offiziell vorgesehener Abschaltzeitpunkt war offensichtlich 23.55 Uhr. Um 23.54 Uhr wurden noch einmal die Hinweise eingespielt, die den Dezember hindurch jeweils unmittelbar vor der vollen Stunde laufen sollten (hierbei kam es öfters zu technischen Schwierigkeiten, durch die dann nur Stille ausgestrahlt wurde). Auf 177 kHz schaltete Deutschlandradio Kultur dann nochmals für wenige Sekunden in das laufende Programm zurück, bevor der Sender um 23.55 Uhr außer Betrieb ging. Durch den unerwarteten Zeitpunkt liegen hiervon bislang nur qualitativ eingeschränkte Mitschnitte vor" = http://www.radioeins.de/programm/sendungen/medienmagazin/radio_news/beitraege/2014/langwelle.html, Abruf 5. Januar 2015

- dramatisiert Beschreibung des Ereignisses es zum wirklichen Medientheater: "Auf 207 kHz blieb ab 23.55 Uhr zunächst der stumme Träger zurück. Wenige Sekunden vor dessen Abschaltung um 24.00 Uhr tauchte noch einmal das laufende Programm des Deutschlandfunks auf, vermutlich ausgelöst durch eine automatische Havarieschaltung, die auf die Stille ansprach und auf eine andere Signalquelle (in Betracht kommt Astra 1N) umschaltete

- Havarieschaltung nach knapp zwei Minuten auf der Frequenz 153 kHz. "Anschließend versagte auch die (vermutlich vorab programmierte) Abschaltung des Senders in Donebach, der deshalb bis 0.27 Uhr in Betrieb blieb. Durch die programmierte Umschaltung auf Tagbetrieb setzte die Anlagensteuerung den Sender um 5.00 Uhr dann nochmals in Betrieb. Er blieb anschließend, weiterhin mit dem laufenden Programm des Deutschlandfunks, bis 7.02 Uhr eingeschaltet" = ebd.; Radioempfänger vorschnell abgeschaltet

- "Was nunmehr auf 153 kHz (also aus Sicht der Frequenz benachbar) verbleibt, ist der rumänische Sender Bod bei Braşov (Kronstadt), "der das speziell für Hörer im ländlichen Raum konzipierte Mittelwellenprogramm Antena Satelor überträgt. Der Sender Bod hatte die Reichweite des Senders Donebach bei Dunkelheit massiv eingeschränkt. Jetzt ist er auch in Deutschland ganztags zu hören" = ebd.; akustische Überlagerung und Maskierung nicht allein im menschlichen Gehörgang, sondern auch im Radoraum, im *acoustic space* (McLuhan)

- wird mit Abschalten starker Sender wie Deutschlandradio auf Langwelle Aufmerksamkeit schwächerer Sender für deutsche Ohren überhaupt erst erweckt: "Besonders interessant zeigt sich die Frequenz 207 kHz. Bei Dunkelheit bis nach Mitteleuropa empfangen werden kann hier jetzt Ríkisútvarpið, der öffentlich-rechtliche Rundfunk von Island." Dieses Gehör aber steht in einem technischen Kontext: "Voraussetzung ist allerdings ein leistungsfähigerer Empfänger in ungestörter Umgebung"; damit die von Shannon mathematisch berechnete "signal-to-noise ratio" aufgerufen, der

Signal-Rauschen-Abstand als Kernelement der Nachrichtenübertragungstheorie, das *epistemogen* auf andere Wissenschaften und "radiophone" Ästhetik / Kunstradio wirkt

- für Empfang des deutschsprachigen Seewetterberichts noch mit Analogradio nun von Lang- auf Mittelwelle umschalten: "Von den AM-Sendern des Deutschlandradios sind jetzt noch die vom Deutschlandfunk genutzten Mittelwellen 549, 756, 1269 und 1422 kHz in Betrieb" ebd.; auch diese planmäßig zum Jahresende 2015 abgeschaltet

- "Die technische Essenz erkennt man an der Tatsache, dass sie im Verlauf der evolutionären Linie stabil bleibt - und <...> darüber hinaus bringt sich durch innere Entwicklung und progressive Sättigung auch Strukturen und Funktionen hervor <...> eine zusätzliche Konkretion der Funktionsweise" = Simondon 2012: 40

- entspringt eine technische Formation wie das Radio eher sprunghaft, bleibt dann weitgehend zeitinvariant infrastrukturell und technisch stabil, um dann ebenso abrupt überlagert zu werden

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

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

- *Presence* "a musical as well as an iconographic term" <269>

- Analogsynthesizer-Nostalgie; hat digitale Audiotechnik nicht zur Demystifikation, sondern zum *re-entry* der von Benjamin definierten "Aura" geführt <Goodwin 1990: 272> - das Simulakrum von *media witnessing* (Anwesenheit des Mediums in signalgetreuer Wiedergabe)

- Historizität von Medientechnik aufgehoben, wenn ein "O"-Ton reproduzierbar ist

- im elektronischen Studio das "Original" nicht einmalig, sondern - wie in den wiederholten filmischen *takes* - schon aufgezeichnet, Mehrspurtonband

- dem "letzten Moment" seine einmalige Struktur nehmen; Dramatik des Finalen schon Effekt einer narrativen Ordnung / Inszenierung des Zeitverlaufs; läßt sich besser in einem binären "Historiogramm" fassen: lange Zeit Stabilität (Intervall); dann: Abbruch

- Klangspektrum der letzten Sekunden der LW-Ausstrahlung von DeutschlandRadio Kultur auf Frequenz 177 kHz; Meßbild als *medienaktive* Klanganalyse (analog zum Mechanismus akustischer Wahrnehmung im menschlichen Gehör) stellt eine nicht-narrative *medienarchäographische* Alternative zur verbalen, "humanistischen" Beschreibung von Höreindrücken dar

- Spektrum in Physik "Gesamtheit der elektromagnetischen Strahlung verschiedener Wellenlänge" = <http://www.dwds.de/?qu=Spektrum>, Abruf Januar 2015; technisch verdinglicht seit dem technikepistemogenen 19. Jahrhundert in Spektralapparat, -analyse

- Spektrum ein analytischer Begriff infolge von Fouriers Analyse zusammengesetzter Schwingungen, die sich als Überlagerung von Einzelschwingungen mit definierter Frequenz und individueller Amplitude darstellen lassen

- wird eine Spektralanalyse der letzten Sendeminuten zur tatsächlichen Medien-*theoría*; legt nahe, das Spektrum wiederum zu *resonifizieren*; menschliches Gehör (als Kognition) hat zeitkritische Fähigkeit, Muster in Klängen zu erkennen

- "archäologischer" Grund die implizite Klanghaftigkeit (Sonizität) der Spektren als Ereignis selbst: "Die harmonische Analyse beruht darauf, dass jede Funktion eindeutig in eine unendliche Summe harmonischer Funktionen zerlegt werden kann"¹⁹⁴ - Prinzip der Fourier-Analyse, 1822 zunächst gar nicht auf hörbaren Klang zielte, sondern die *Analyse de la chaleur* für periodische Zeitfunktionen; "tatsächliche Berechnung der Spektren wird dann dem Computer überlassen" = Hauptmann / Herrmann 2001: "Kurzfassung"; Computer nicht nur Rechenknecht, sondern generiert neue Optionen der Medieneinsicht (*theoría*); "Spectral Analyser is the visualization of frequencies and levels found in music or speech. What you see is what you hear! The Analyzer shows levels and frequencies even at the dge of the human ear's abilities." = RME Intelligent Audiod Solution, <http://www.rme-audio.com/english/digicheck/totalyser> ("The all-in-one analysis tool")

194 H. Hauptmann / F. Herrmann, Überall Spektren ... Die harmonische Analyse in der Schule, "Kurzfassung". *Online* <http://holgerhauptmann.de/work/DPG-Reader2001.pdf>

- Sonifikation Übersetzung von Daten in hörbaren Bereich, mit Ausnahme der Sprache; zählt im Sinne von Shannons Kommunikationstheorie auch Sprache dazu; wird eine diskrete *Nachrichtenquelle* durch Transduktion in übertragungsfähige Signale gewandelt

- Lee deForests eher unentdeckte Erfindung (Findung) der Audionschaltung; Urform der Triode, der Gitterröhre; beharrt hier implizites Medienwissen, klopft solange an menschliches Wissenwollen an, bis es denknötwendig explizit artikuliert wird; um dann zu technischem Wissen zu werden, bedarf es der Prozessierung durch Menschen

- Radiosterben von Deutschland auf Langwelle: O-Ton Endansage als Mitschnitt : [ex-http://www.ukwrtv.de/temp/DLR_177kHz_31122014.mp3](http://www.ukwrtv.de/temp/DLR_177kHz_31122014.mp3); dieses Ende nun *aufgehoben* im digitalen Speicher: nicht-funkische Gedächtnisform

- basiert Mellotron auf Tonbandschleifen von tatsächlichen Instrumentalklänge; Vorform des digitalen Sampling

- Ende Dezember 2014 aus dem Funkverkehr plötzlich verschwundene Flugzeug der Air Asia vor der Küste Indonesiens später an Wrackteilen identifiziert; 7. Januar melden die nachrichten, das Heck sei gefunden, und damit auch Stimmenrecorder (Piloten) und Flugschreiber (Daten). Die Unfähigkeit zu trauern: "mediale Historiographie" erlaubt, den traumatischen Moment wieder in die symbolische Ordnung der Erzählung (einer "Geschichte") einzufügen; dem entzieht sich gerade das Mediensignal

- hatte Langwelle einen technischen Grund: Maschinensender als Wechselstromgeneratoren (Dynamos), damit Wechselspannungen mit Frequenzen zwischen 20 und 100 kHz möglich ("Hochfrequenzmaschinen"); Name Telefunken

- Stichwort "Modulation": "Der Träger ist dabei ein Zeitvorgang (z. B. Schwingungs-, Puls- oder Rauschvorgang)" = Brockhaus-Enzyklopädie Bd. 14, Mannheim 1991; wird Zeit selbst zum medientechnischen Kanal. "Im einfachsten Fall ist der Träger eine Sinusschwingung" = ebd.; niederfrequente Nachrichtensignale wie die menschliche Sprache, Musik, Bilder hochfrequenten Schwingungen *aufzuprägen* (als In-Formation des "medialen" Kanals, im Sinne Fritz Heiders), um sie den Eigenschaften eines geeigneten Übertragungsmediums (Funkstrecken, Koaxialkabel) anzupassen oder um mehrere Nachrichten gleichzeitig über einen einzigen Nachrichtenweg (multiplex) zu senden

- meint Modulation in der Nachrichtentechnik die Veränderung von Signalparametern von Schwingungen zu Impulsen - eine "Digitalisierung" grundsätzlicher Art: ermöglichen harmonische Schwingungen als Trägersignale Modulation der Amplitude, der Frequenz und der Phase, hingegen periodische Impulsfolgen (Periode T) außer der Pulsamplituden-M., der Pulsfrequenz-M. und Pulsphasen-M. auch die M. der Impulsdauer t (Pulsdauer-M. oder Pulslängen-M.)

- Abschaltung der Langwellensendung von Deutschlandradio Kultur ein medienhistoriographischer Moment: Eintrag in der Chronologie des Radios; geht damit in medienarchäologischer Zeitperspektive eine "Epoche" zuende, ein Intervall, das im technischen Sinne keine Entwicklung kannte, sondern einen stationären Zustand, allen politisch-historischen Systemzusammenbrüchen in Deutschland zum Trotz, eher Rechtecksignalflanke: hebt dramatisch rasch an, ebenso abruptes Ende; in solchen Intervallen, also Zeit-Abschnitten zu denken (die eigentliche etymologische Deutung von *Zeit* selbst) als Alternative zur *Geschichte* des Inhalts von Radiosendungen, seines Programms. Als technische Infrastruktur bedarf Radio der medienarchäologischen Analyse.

- Überführung dergleichen Programme in "Digitalradio" nur das neue technische Kleid für gleichbleibende Inhalte? Unter der Hand wandelt sich das Wesen von Radio, in zwei Hinsichten: a) Mit der abrupten Umschaltung auf den Digitalisierungsmodus geht längst die schleichende Digitalisierung der Radioproduktion einher, bis hin zur redaktionellen Bearbeitung in den Studios. Damit ändert sich die Zeitform des Programms; b) Digitalisierung der Radiosendung verkauft die Seele des Radios; wird Radio damit vom autonomen technischen Medienverbund zum Format unter vielen im Internet. Im Breitband-Netz verliert der Radiosender die Kontrolle über den Vertriebsweg (seinen technischen "Medien"kanal)

- dazwischen auf medienarchäologischer Ebene: Software-defined radio (SDR) und Cognitive radio (CR); auf das klassische Radio verweist in diesem Computer-Radio nur noch die Antenne, auf die auch SDR nicht verzichten kann

- wird Radio nicht nur als Programminhalt, sondern auch als technisches Medienereignis begriffen, sind Audio-Dienste über das Internet kein Radio mehr - denn dies meint die elektromagnetische Ausstrahlung; nun technomathematische Form von Medientransparenz

- Hans J. Kleinsteuber, Radio und Radiotechnik im digitalen Zeitalter. Beitrag zur Tagung der Gesellschaft für Medienwissenschaft (GfM) in Hamburg, 4.-6. Oktober xxx, Typoskript. Teile des Beitrags erschienen in: Horst Ohde / Andreas Stuhlmann (Hg.), Radio-Kultur und Hör-Kunst, Würzburg 2001; muß das dafür notwendige Funknetz dicht sein, konzentriert um Ballungszentren und entlang von Autobahnen, anders als die buchstäblich "lange Welle"

- soll DAB die analoge FM-Ausstrahlung des Deutschlandradio ersetzen; als in den 1980er Jahren konzipiert, sollte es noch "Art modernisiertes UKW" sein - das neue Medium sollte also das alte zum Inhalt haben. Unter der Hand aber hat sich mit der Digitalisierung in den 1990er Jahren die Logik des Internet eingeschlichen, unvorhergesehen; findet die digitale Übertragung auch ihre eigene, topologische (statt: Rundfunk)-Netzform, die *streaming data*. Internetkommunikation hat die Form des Rundfunks (für Radio und Fernsehen) überlagert und realisiert gerade in einem anderen Medium das, was Bertolt Brecht für Radio erträumte: die

interaktive Nutzung; heißt auch Überwachung: anders als im klassischen Radiorundfunk jeder "Hörer" im Internetradio in seinen Metadaten zu identifizieren (der andere "Rückkanal")

- diskontiniert DAB+ den Radioempfänger als autonomes Medium. Sendung verspricht Hörgenuß in CD-Qualität - was aber auch heißt, daß dem Hörer - anders als in analogem AM / FM - ein Teil des tatsächlichen technischen Ereignisses vorenthalten (nämlich ausgefiltert) wird; was auf Seiten der musikindustriellen Speichermedien längst der Fall ist, holt nun die Übertragung ein. Speichern und Übertragen verschränken sich signaltechnisch.

- bleibt Radio im inhaltistischen Sinne im Internet "Formatradio" - verliert aber seine Seele als technische Form

- "Im Vergleich wird erst deutlich, wie 'rückständig' die Verhältnisse rund um den Hörfunk erschienen müssen: Übertragen von Techniken, die vor etwa 50 (FM) bzw. 80 (AM) Jahren eingeführt wurde, erscheint die Situation zunehmend anachronistisch" = TS Kleinsteuber; ist ein Medium noch im technischen Vollzug, handelt es sich hier um keine *museale Präsenz*, sondern *operativ anwesende Vergangenheit* - untot ("*undead media*")

- liegt die Diskontinuität vielmehr in der Zeitform: *Audio on demand* ersetzt die feste Kopplung des Hörers an die *live*-Sendung; Podcast-Dienste

- Hörsignal zur Übertragung als DAB+ digitalisiert; Wandlung damit grundsätzlicher: nicht nur in diskrete Impulse gewandelt, sondern auch komprimiert, mithin mathematisiert; weitgehend störungsfreiere Übertragung mithin der ganze Sinn der binären Kanalkodierung

- mit Mobil"telephonie" mehr Radio denn je; Sendeform von Mobilfunk nicht der vorläufige Höhepunkt einer kausalen Verkettung der Geschichte von Kommunikationstechniken, sondern ruft den Beginn der drahtlosen Telegraphie wieder auf. Im Unterschied zur telegraphischen Botschaft aber ist ein Nutzer im drahtlosen Funkraum nicht mehr undefinierter Empfänger von Rundfunk als *broadcast*, sondern selbst auch Sender; bedarf es der *unhistorischen* McLuhanschen Denkfigur der Tetrade und der Metapher im buchstäblichen Sinne der *Übertragung*, diese Rück-Kehr(e) medienzeitlich zu begreifen - im *double-bind* von "historisch" und gleichursprünglich. Bewegung und Arbeitsweise ("actions") jedes Artefakts einerseits diachroner Irreversibilität unterworfen, wie das allmähliche Außerfunktionstreten antiker Medienartefakte unerbittlich insistiert - aller zeitinvarianten Gleich-Gültigkeit der logischen Schaltung zum Trotz hat das technische Artefakt, gerade weil es als Hardware in der physikalischen Welt ist, "seine Geschichte und Entwicklung bis zum Veraltern" = Höltschl / Boehler 2001: 279; zugleich das Radio in ein "reversibles Prozeßmuster" eingebunden, wobei McLuhan im Modell der Tetrade "den Umschlag in ein neues Medium ausdrücklich mitdenkt - das Modell des Möbiusbandes" = ebd.; bedeutet Digitalradio nicht die Überwindung der analogen Amplitudenmodulation, sondern den Wiederaufruf der Telegraphie

- Radio nicht nur Gegenstand einer Untersuchung technischer Medienzeit, sondern zugleich ihr Modell. Der lineare Übertragungskanal im Sinne Shannons und im Sinne der "historischen" Tradition verdichtet sich zum resonierenden Intervall, die "Vorstellung von Feldern statt Kanälen" in McLuhans Kommunikations- und Medientheorie (in Anlehnung an Werner Heisenberg und Linus Pauling)¹⁹⁵ - wie es sich als das Phänomen positiver Rückkopplung im frühen Radioempfang bemerkbar machte. Was zunächst als Störung galt und technisch unterdrückt werden sollte (ausdrücklich Thema der ersten Funkausstellungen in Berlin), reift bei Bertolt Brecht zu einer politischen Radiotheorie: als medienkompetente Erinnerung daran, daß jeder Radioempfänger auch ein Sender und als solcher auch kommunikativ zu nutzen ist (Rückkanal)

- Sprache und Musik aufmoduliert; wird eine elektromagnetisch hochfrequente Trägerwelle (der Nachrichtenkanal) mit einer niederfrequenten Signalwelle (die kulturelle Artikulation) überlagert - in der AM amplitudenmoduliert, in der FM frequenzmoduliert, wo die Zeit selbst als technischer Operator kritisch zum Zug kommt

- Richard Zierl, Kurzwellenempfang mit dem PC, Baden-Baden (Verlag für Technik Handwerk) 2006; gleich Synthesizer-Emulatoren begegnet der Radioapparat nur noch als skeuomorphes Interface; technisches Interface als "zone of indecision" zwischen Innen- und Außenseite = Gérard Genette, zitiert nach Alexander Galloway; koppelt das Interface Systeme und trennt sie zugleich

- kommt in der digitalen Darstellung von Radioempfang die Option der Messung in Form von Spektrumdarstellung hinzu

- Trend: weniger Hardware, mehr Software; Radioempfang in algorithmischer Prozessierung nicht mehr *live*, sondern "Echtzeit" - zeitunechtes Radio

- Thomas Riegler, DRM. Digital Radio Mondiale. Theorie und Empfangspraxis, Baden-Baden (Verlag für Technik Handwerk) 2006; kein Fading mehr; digitalisiertes Signal geradezu zeitlos durch Mathematisierung; Kritik Henri Bergsons an "mathematischer", gemessener Zeit i. U. zum wahren Zeitwesen als - mithin kontinuierlicher - "Dauer"

Mehr als das Massenmedium: Das "Funkische" des Radios

195 Rainer Höltschl / Fritz Boehler, Ich bin mein eigener Computer. Sprache, Schrift und Computer bei McLuhan, in: Marshall McLuhan, Das Medium ist die Botschaft = The medium is the message, hrsg. u. übers. von Martin Baltes et al., Dresden (Verl. d. Kunst) 2001, 245-291 (275)

- meint "funkisch" heute nicht nur Radio als Programmsendungsformat, sondern auch den Einsatz gezielter Interzeption, etwa die NSA-Lausch Angriffe auf Mobiltelefonie; technisches Medium wie das "Radio" ist umfassender als sein massenmedialer Begriff; Großteil operiert im Verborgenen anderer Funktionszusammenhänge wie auch das "secret Web"

- treten an die Stelle des Rundfunks von zentralen Sendeantennen in Zeiten der Ultrahochfrequenztelefonie "Funkzellen" - eine Modularisierung der Übertragungskette anstelle der klassischen Relais-Sendestreckenverstärkung; dezentral, aber nicht distributiv / Differenz Internetprotokolle (Paul Baran)

Thesen zur Zukunft des Radios

- erste Radioempfänger *selbstgebastelt*: Medienkompetenz im medienarchäologischen Sinne, äquivalent zum heutigen Programmieren (in Assembler)

- Begriff "O-Ton", den Radiosendung für Zitat Hans Bredows wählt, sagt es schon: erstmals erreichen wirkliche Stimmen (und nicht nur ihre symbolische Verschriftlichung) die heimischen Wohnzimmer. Diese Stimmen sind körperlos und wir sind buchstäblich "ganz Ohr"; obgleich Hörern bewußt, daß der Körper der Stimme "Hans Bredow" längst vergangen, vermag seine Stimme als Audiosignal ihr Gehör als Gegenwart zu affizieren; ganz Anderes als seine Aussage als Zitat in einem Buch buchstäblich nachzulesen. Radiostimmen sind untot und damit auch Radio kein "historisierendes" Medium (droht aber technisch "historisiert" zu werden)

- gehörte zum Radio im Unterschied zu Printmedien wesentlich, daß die Sendung zunächst "live" erfolgte, in einer gegenwartsfesselnden Unmittelbarkeit gegenüber den zeitversetzten Formaten, die heute auch das Internet bestimmen

- hat Bredow, bevor Radio in Deutschland vor 90 Jahren an die Öffentlichkeit ging, es zunächst einmal in den Gräben des Ersten Weltkriegs ausprobiert - um den Soldaten in ihrem gleichförmigen Gehäuse Unterhaltungsmusik zu spenden; erster (Kriegs-)Einsatz von "Wireless" zu nicht nur zu telegraphischen Zwecken

- Forschen am Saum einer verschwindenden rundfunktechnologischen Verdinglichung: die eigenständige Radio-Apparatur und -Infrastruktur. Trennscharf fragen: Was wird "historisiert" (obsolet), was bleibt "aufgehoben" im digitalisierten Mobilfunk; bleibt Erinnerung an technologische Existenzwe(i)sen, die allein in diesem Verbund flüchtig aufschienen. Abgekoppelt von der aktuellen Mediennutzung wird dieses Wissen zweckfrei, zum medienepistemischen Modell. Beispiel Superheterodyn-Empfänger, als Radio-im-Radio, wo ein eigenständiger Oszillator die Zwischenfrequenz generiert. Überlagerungsempfang

unmodulierter Wellen (als Telegraphie ist Radio selbst die Botschaft): einer ankommenden Frequenz wird *im* Empfänger eine leicht abweichende "Hilfsfrequenz" überlagert = Fuchs 1936: 194; resultierende Schwebung im NF-Bereich, also nach Gleichrichtung durch Detektor oder Audion als Ton telephonisch hörbar; Änderung in Hilfsfrequenz variiert Tonhöhe

- erste reguläre Radiosendung in Deutschland im medienarchäologischen Sinne eher Endpunkt einer akademischen Erforschung der Natur elektromagnetischer Wellen (Heinrich Hertz); scheiden sich der technische und der publizistische (Massen-)Medienbegriff von "Radio"

- neigt sich Epoche (das Analogradio) dem Ende zu, zugunsten der Digitalisierung; meint einerseits den Übertragungsweg (längst schon Pulse-Code-Modulation, womit sich Radio dem Mobilfunk angleicht); Radio und TV auch über das Internet selbst als Sendekanal - Preisgabe von Radio als technisch eigenständiges Medium

- Mobilfunk technisch zwar noch Funk, aber nicht mehr "Radio" im Sinne von Broadcast (die zentrale, kreisförmige - "Radio" - Ausstrahlung, synchron, in den Empfängerraum, eine zeitgleiche Gemeinschaft kreierend); nunmehr kurzzeitige Funkgemeinschaft (Flash-Mobs)

- Digitalisierung des Radios auch Produktion und Postproduktion der Radiosendung selbst: Verunsicherung der Gegenwart, der "live"-Anmutung, die im elektrotechnischen Sinne (Lichtgeschwindigkeit) nahezu wirklich war. An kleinen Sendefehlern (Einspielung des falschen Beitrags, technische Störungen im Abruf) wird der Hörer erinnert, daß die Radiostimme nicht "live" kommt, sondern aus einer abgespeicherten, vorproduzierten, gesampelten Datei (Nachrichtensender rbb); "O-Ton" zeitversetzt

- passioniertes Radiohören: Kurzwelle, wo Radio auch in seiner Physik gehört wird (Reflexion der ausgestrahlten elektromagnetischen Wellen über die Ionosphäre); UKW hat als "Welle der Freude" den Übertragungskanal - erkennbar an seinem Rauschen - zum auditiven Verschwinden gebracht und damit das technische Medium dissimuliert. "Digital Radio Mondial" (DRM) verfehlt gerade den radioarchäologischen Charme von Kurzwellenfunk

- Theodor W. Adorno, *Current of Music*: Musik wird von ihrem "Hier und Jetzt" im Konzertsaal gelöst (Benjamins Aura-Qualität); Eindruck von "live" über Distanz; mit Radio Einbruch fremder Stimme (und Musik) in den privaten Wohnraum; "körperlose Stimme", musikantenlose Musik: ein Schock, der zwar als alltägliche Normalität erfahren wird, aber epistemologisch noch nicht versöhnt ist mit dem abendländischen Phonozentrismus

- sobald Radio internetfähig (*online* geht), wird es von der eigenständigen Technologie (als technisches "Medium") zum medialen "Format", eine Form unter vielen im Internet

- Bertolt Brechts Traum, die "Radiotheorie" um 1930: Radioempfänger (nicht bloß Hörer) kann technisch zum Sender werden (realisiert nur im Amateurfunk); technischer Rückkanal nie wirklich realisiert; vielmehr technischer Umweg über Telephonie; selbst Programm machen im Internet-Radio? technische Differenzen zwischen Rückkanal, telephonischem Radio-Feedback der Hörer, Internet-Kommunikation (asynchron)

- nachdem Rundfunklaboratorien lange Jahre auf die Bearbeitung rein technischer objektiver Parameter und Geräteentwicklungen beschränkt, 1928 eine "Musikalische Funkversuchsstelle", damals an Hochschule für Musik in Berlin

- Radio als "Zeitmaschine": "O-Ton", "live"; quasi liturgischer Takt von Nachrichten- und Kultursendungen - mithin "zeitkritisch"

- John Cages Installation mit Kurzwellenradios mit exakten Angaben der Empfangsfrequenzen, die heute so nicht aufgeführt werden kann, da die meisten KW-Sender vom Äther genommen; kann Cages Radiokonzert heute in medienarchäologischer Äquivalenz mit Mobilfunkfrequenzen laufen; nach dem weitgehenden Ende des analogen Radios als aktuelles Kommunikationsmedium mehr "Radio" denn je: drahtlose Digitalfunkimpulse, Mobiltelefonie

- *Zauberei auf dem Sender. Versuch einer Senderspielgroteske*, 24. Oktober 1924, Welle 467 (Sender Frankfurt / M.); Programmvorschau damals: "Mitwirkende: Alle bei der Frankfurter Sendestation beschäftigten Personen, Dinge und Instrumente." Keine Aufnahme der Originalsendung; Neuinszenierung 1962; Dokumentation *Ein Zauberer auf dem Sender. Lange Nacht des Rundfunkpioniers Hans Flesch* von Armin H. Flesch / Wolfgang Hagen, DLF. 25. Oktober 2014 Sendeformat "Lange Nacht"; schöpft Flesch aus den techno-ästhetischen, genuin radiophonen Möglichkeiten des neuen Funkmediums; Kooperation Bert Brecht, Kurt Weill. Walter Ruttmann, Ernst Krenek, Walter Benjamin, Paul Hindemith

- Franz Fuchs, Grundriß der Funktechnik, 20. Aufl. München / Berlin (Oldenbourg) 1936

- fiel erste Radioübertragung in Deutschland auf den 22. Dezember 1920; spielten Postbeamte / Ingenieure (technische Medienbotschaft) ein Weihnachtskonzert und trugen Gedichte vor; Radio als Inhalt in dieser Tradition vor allem Unterhaltungsmedium geblieben; Fessendens erste öffentliche Radiosendung am Heiligabend, den 24. Dezember 1906 - das Jahr, in dem Lee de Forest sein Audion (erste elektronische, nicht schlicht elektrische Schaltung) patentiert

- Erblühen reiner Nachrichtensender, die inzwischen Tag und Nacht die Aktualisierung von Information leisten - bis dahin, es unmöglich zu werden scheint, daß auch einmal nichts passiert; überbrückt Radio Nachrichtenwüste durch Aktivierung von Tonkonserven

- altbekannter Radioapparat mittlerweile fast ausgestorben; dominieren Angebote im Internet, in dem weltweit hunderte von Stationen zur Verfügung / als Adresse stehen; Gretchenfrage, ob das Radio am Apparat hängt, also ein autonomes technisches Medium bleibt, oder als reines Internet-Format als Phantom nachlebt, indem es sich im Sinne der Datenströme nicht mehr technisch, sondern nur noch als Multimedia-Erscheinung von anderen Formen der Datenprozessierung unterscheidet

- benötigen Hörer zum Empfang von mobilem Digitalradio über digitales Kabel und digitalen Satelliten ein eigenständiges Gerät, etwa DAB+ -taugliches Radiogerät; hängt Anmutungsqualität des klassischen Radio (seine *live*-Qualität) in der Tat am technischen Apparat; Datenradio rechenzeitbedingt immer im Zeitverzug. Radio nicht nur ein Format, das migrierbar ist auf die jeweils aktuellen Vertriebst Technologien, sondern "geerdet" in der Materialität des Mediums; verkauft das Radio mit seiner Digitalisierung seine Seele an das Internet. *Im* und *als* Internet nimmt das Radio eine andere Wesensform an, heißt nur noch metaphorisch "Radio"

- wird im Internetradio wahr, was Bertolt Brecht in seiner sogenannten "Radiotheorie" um 1930 medienpolitisch gefordert hat: daß das Radio vom Distributions- zum Kommunikationsapparat werden soll. Was in der analogen Epoche die Amateurfunker leisteten, wo jeder klassische Empfänger selbst zum "Sender" wird, durch Umschaltung der Apparatur, Antenne in beiden Funktionen

- werden aus distinkten technischen Medien digitale Formate (These Stefan Heidenreich, *Flipflop*); Zukunft von "Formatradio": Formatierung in Form von Programmen, also die zeitliche Strukturierung des Alltags; Barry Truax, *Acoustic Communication*, Norwood, N. J. (Ablex) 1984, Kapitel "Radio"; im Unterschied zum unterschiedslosen Informationsfluß das Format ein strukturiertes Angebot, das (im besten Falle redaktionell) eine kritische Vorauswahl getroffen hat; Erhöhung von Informationswert vs. Redundanz, hier "nachrichtentheoretisch" im mathematischen Sinne Shannons

- sendet die "Deutsche Welle" nicht mehr global Kurzwellenradio, sondern nur noch für funkische Enklaven

"Streaming" Radio

- erzeugt *streaming radio* ansatzweise wieder gleichzeitiges Publikum, vertraut vom Dispositiv des Broadcasting (Rundfunk), aber nicht mehr "funkisch" im Sinne der Radiophonie, sondern telegraphisch (diskrete Impulsströme, diesmal in digitaler Form)

- scheinbar ubiquitäre "kabellose" Kommunikation; tatsächlich von mehr Kabeln umgeben als erwartet (Mackenzie, *Wireless*); basiert Power-Lan als Kommunikation auf über Stromleitungen im eigenen Haus; hängt Begriff des "Kabels" an der Hardware?

- Shannon, "Philosophy of PCM"; Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen; Telephon "hot line" für Funkstörungen; "intelligentes Stromnetz"

- jenseits des passiven Radioempfangs: Lev Theremins "Terpsiton", dreidimensionaler Antennenraum für Tonmodulation durch Tänzer mittendrin; Körper als Kondensator Teil der Radioapparatur selbst