

["ÜBER ELEKTRIZITÄT, WELLEN UND IMPULSE"]

ENERGIE-MATERIAL

Photo- und Kinematographie des elektrifizierten Moments

Verdinglichte Elektronik (Fokus Vakuumröhre)

Elektrizität zwischen Energie und Information

Bilder der Energie

„Schlafende“ Energie(reserven): speichertechnisch

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

Von der gespeicherten Energie (Lager, Kapital) zum *Recycling*

Von der gespeicherten Energie zur Information

"Ikonologie" von Energie

ELEKTROTECHNIK, ELEKTRONIK

Starkstrom / Schwachstrom

Informatisierung des Stromnetzes

Elektronik bricht mit Altgriechenland

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

Induktion nanotechnisch (Elektronenmikroskopie)

Elektromagnetismus mit Maxwell

Ende einer Epoche des elektrotechnisch Analogen

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

GRENZEN ZUR QUANTEN-ELEKTRONIK

Instantane Teleportation / Quantenkryptographie

Die Unschärferelation: Messung und Experiment

Die konstitutive Rolle der Meßmedien in der Quantenphysik

Visualisierung *versus* Sonifizierung

Der akustische Kanal als Königswegs der Quantenanalyse?

Maxwell'scher Dämon und subkritische Energie- und Informationsschwellen

Kein Kanal?

Interferenzen / Holographie

Quantenphysik - eine Wissenschaft der Information

Einsteins Schleier

Mit Messung rechnen: Quantencomputer

Rechnet das Universum? (Quanteninformatik)

Mit Licht rechnen (Photonik)

TAKT UND ELEKTRIZITÄT

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)

Licht/geschwindigkeit

"Electric speed"

Der Sinn für das Auditive

Neuromassage

Neuro(medien)informatik mit Wiener

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

SCHWINGUNGEN, IMPULSE

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

ENERGIE-MATERIAL

Photo- und Kinematographie des elektrifizierten Moments

- buchstäblich Kurzschluß von Elektrizität und Chronophotographie: Ernst Mach, Geschoßphotographie; selbstauslösende Maschinen;
Versuchsanordnung: abgeschossene Gewehrkugel löst 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 Verschlusmechanismus 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 er 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"²; 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*

- Tanizaki Jun'ichiro, Lob des Schattens. Entwurf einer japanischen Ästhetik, Zürich (Manesse) 2010: Einbruch des elektrischen Lichts in den japanischen Wohnraum

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

² 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

- (Edison-)Glühbirne, wie sie infolge der EU-Gesetzgebung inzwischen schon musealisiert ist; Original-Karikatur als Umschlafmotiv: leuchtende Glühbirne, McLuhan 1964; das von McLuhan diagnostizierte Licht der Glühbirne als "reine Information" ist mit der wohldefinierten Informationstheorie 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; Kittler, *Optische Medien*

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

Verdinglichte Elektronik (Fokus Vakuumröhre)

- eine Welt für sich. Der Mikrokosmos der Elektronenröhre als Modellfall von Medientheorie

- 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 Wesen 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

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."³ 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)

- Elektronen geben freiwerdende Energie als Lichtquant ab. An dieser Stelle werden (elektronische) „Bilder der Energie“ zum physikalischen Naturselbsta Ausdruck

- Nahtstelle Elektrophysik / Elektronik als Gegenstand von Medienwissenschaft: Elektronenröhre

- Blitz-Ableitung von Elektrizität steht in originärem Verbund mit der Option ihrer Speicherung; die 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,

³ Marshall McLuhan, Das Medium ist die Botschaft, in: ders., die magischen Kanäle, Düsseldorf / Wien (Econ) 1994

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“⁴; medienarchäologisch wird der Blick erst, 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 Assmann, Frauenbilder im Männergedächtnis, in: Strunk (Hg.) 1998: 24-65 (30)

- "Voltische 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 Voltische Säule"⁵, 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 Norton und Omberg eingeführt.⁶

- Fernsehwissenschaften sind immer auch Radarwissenschaften; wie Horst Bredekamp als Marinesoldat zur Kunstgeschichte kam: über die Vision einer Küstenlandschaft auf dem Radarbildschirm im Nebel.

⁴ Zitiert in: Lisa Cartwright, „Experiments of Destruction“: Cinematic Inscriptions of Physiology, in: *Representations* 40 (1992), 129-152 (148)

⁵ Thomas Weber, Natur als lebende Batterie, in: *Frankfurter Allgemeine Zeitung* v. 7. April 1999

⁶ 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

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

- 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."⁷

- 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."⁸ Film ist hier

⁷ 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

⁸ 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

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

- Visualisierung von Strom: 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 *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.⁹

- 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 Kraftwerkes 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.

⁹ Werner Richter, Grundlagen der elektrischen Meßtechnik, 2. bearbeit. Aufl. Berlin (VEB Verlag Technik) 1988, 19

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, Betriebsaufzeichnungen; 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*

- "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.“¹⁰

- 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

Bilder der Energie

¹⁰ Heide Riedel, Fernsehen - Von der Vision zum Programm. 50 Jahre Programmdienst in Deutschland, hg. v. Deutsches Rundfunk-Museum e. V. Berlin 1985, 59

- an die Stelle einer retrograden Energie-Strategie vielmehr die Transformation zum (handlungsakzentuierten) Informationsbegriff

- digitale Bilder „no longer have any reference to an observer in a `real´, optically perceived world. If these images can be said to refer to anything, it is to millions of bits of electronic mathematical data. Increasingly, visuality will be situated on a cybernetic and electromagnetical terrain <...>.“¹¹

- Primärbatterien verbrauchen zu ihrer Herstellung 40- bis 500mal mehr Energie als sie bei der Nutzung zur Verfügung stellen. Lädt man Nickel-Cadmium-Akkus auf, bevor sie einen optimalen Entladezustand erreicht haben, wirkt der sog. Memory-Effekt: Der Akku *merkt* sich diesen Ladepegel und kann dann durch Wiederaufladen niemals wieder seine volle Kapazität erreichen. „Auch durch Tiefentladung werden Akkus dauerhaft ruiniert.“¹²

- Hinter den Bildern der Energie scheinen, sie überhaupt er sichtbar machend, Glühbirnen auf (die Edison´sche, als medienarchäologisches Objekt / in Serie; Bezug zu Joseph Beuys´ *Capri-Batterie*). Die Glühbirne ist das selbstverständlichste „Bild“ der Energie, ihre Sichtbarmachung als Funktion, nicht Allegorie. / Licht(-geschwindigkeit) und Information: „Die größtmögliche Geschwindigkeit, mit der Signale übertragen werden können, <ist> die Lichtgeschwindigkeit“ <Fichtner 1977: 107>; Lichtgeschwindigkeit stellt die „nicht überschreitbare obere Grenze“ für die „Fortpflanzung von Energie“ dar; „sie ist 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.“¹³ Einsteins spezielle Relativitätstheorie besagt $E = mc$, also:

- Inhaltsloses Medium, wird das Licht als Signal nichtsdestotrotz zum Überträger eines solchen. Diesen Gedanken in einer angekoppelten Computerrauminstallation (vgl. KR, *Cyberantarctic*) manifestieren. Energiequanten zeigen; Vorschlag Oliver Bunsen: Serie von 7 oder 8 Glühbirnen sendet ein Byte (stroboskopische Lichtsignalgeschwindigkeit, die Energie in Information wandelt) auf ein darunter gleitendes Textband, einen *character*, bzw. wird sichtbar im Trichter unter dem Raum, dessen Öffnung von einem Monitor geschlossen wird, wo dieser Buchstabe / *character* dann eine Sequenz auflöst / Bilder der Energie, rückgekoppelt an Glühbirne?

¹¹ Jonathan Crary, *Techniques of the Observer: On Vision and Modernity in the Nineteenth Century*, Cambridge, Mass, 1990, 2 <zitiert nach Cartwright 1992: 134>

¹² Paraphrase *a/o*, *Welcher Energielieferant für welchen Zweck?*, in: MM <Mieter-Mitteilungen Berlin> 10/98, 7

¹³ Wilhelm H. Westphal, *Die Relativitätstheorie*, Stuttgart (Kosmos) 1955, 31

- Zwischen Licht und Information: 1909 demonstriert Ernst Ruhmer in Berlin das Prinzip der Bildübertragung; Abtastung und Wiedergabe über je ein Tableau mit nur 5 mal 5, also im ganzen mit 25 Bildelementen = antikes optisches Telegraphiesystem für Alphabet nach Polybios. Ruhmer projizierte bei dieser öffentlichen Vorführung Geometriemuster auf eine Selenzellentafel und ließ diese / Figuren in einem entsprechend gebauten Empfänger mit 25 Glühlampen aufleuchten¹⁴

- Pixel-Installation von Antonionis Film *Blow up* durch Angela Bulloch

- Filmsequenz Jörn Hintzer, *Sonne über Leverkusen*; von Gutenberg-Bibelbuchstabe zu Lichtsignalen). In *Die Sonne über Leverkusen* werden die Glühlampen buchstabenweise gereinigt: x Glühlampen ergeben einen *character*. Am Anfang: Beuys-Batterie mit Zitrone (gespeicherte Sonnenenergie) und Glühlampe (Strom) / Bayerkreuz; am Ende: Logo BAYER als Photovoltaik-Plateau vor neuem Verwaltungsgebäude (Projekt BiMode c/o Birgit Schneider); am Ende: Silizium (als Mikrochip / Information und als Photovoltaikzelle / Sonnenenergie)

- „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

„Schlafende“ Energie(reserven): speichertechnisch

- Varta-Batterie; Solar- und Wärmespeicher, die - zeitverzögert - Wärme des Sommers im Winter wieder abgeben: katechontische Speicher

- technische Speicher; die Lochkarte: Mit der Hollerith-Maschine sind 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

¹⁴ Walter Bruch, Kleine Geschichte des deutschen Fernsehens, Berlin 1967, 19, zitiert in: Helmut Kreuzer, Von der Nipkow-Scheibe zum Massenmedium. Hinweise zur Geschichte und Situation des Fernsehens, in: ders. / Karl Prümm (Hg.), Fernsehsendungen und ihre Formen, Stuttgart (Reclam) 1979, 9-24 (9f)

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 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.)"¹⁵ 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.´ [...]. Eine Monumentalstatue, die die Allegorie des Genies der Wissenschaft darstellte, krönte das Werk."¹⁶

- vom Trauma der 1848er Revolution (Bedrohung von Gaswerken) geprägte Furcht, "daß der Sonnenturm einmal zum Angriffsziel von

¹⁵ *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*

¹⁶ *Schivelbusch, 124, unter Verwendung der Mémoires et compte rend des travaux, Jahr 1885, der Société des ingénieurs civils de France, Bd. 1, 71*

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.

- Pariser Weltausstellung wartet 1900 mit dem *Palais d'Électricité* auf. Die Dynamos und Dampfmaschinen zur Stromerzeugung stehen hier in einer Weise, welche die Maschinizität 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“.¹⁷ 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."¹⁸

- 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 (Lager, Kapital) zum *Recycling*

- Recycling statt Finalität: Kreislauf von Produkt - Konsum - Abfall - Deponie/Müll und/oder Museum, wie von Michael Thompson dargelegt, wird durch den posthistorischen Kreislauf von Produkt - Nutzung - Separierung - Recycling - Sekundärprodukt ersetzt¹⁹

¹⁷ Iris Kronauer, Es werde Licht!, in: Die Zeit v. 25. Mai 2000, 76

¹⁸ Zitiert nach Heidi Mühlenberg, "Hundertfünfzigjährig und wieder ganz am Anfang: Die Stadtwerke", in: Leipziger Blätter 22, Frühjahr 1992, 94-99

¹⁹ Siehe den Katalog der Frankfurter Werkbund-Ausstellung *Ex und hopp. Das Prinzip Wegwerf. Eine Bilanz mit Verlusten*, hrsg.

- Archäologie nicht mehr Ausgrabung von Vergangenheit, vielmehr Müllarchäologie der Gegenwart nahezu in Echtzeit²⁰

- In dem Maße, in dem Ereignisse nur noch zwischengelagert, nahezu unmittelbar werden, erlischt auch jene Nachträglichkeit, die den "Mittler" Museum erst legitimiert

Von der gespeicherten Energie zur Information

- 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.“²¹

- Norbert Fichtner, Informationsspeicherung. Technik, Theorie, Weltanschauung, Berlin (Akademie) 1977

"Ikonologie" von Energie

- „Geschichte gibt es in jeder Wissenschaft, für welche die Zeit in frage kommt; Geschichte insgesamt wäre also die Wissenschaft von allem, was in der Zeit abläuft, von den wechselnden Zuständen einer elektrischen

von Ot Hoffmann, 1989. In diesem Sinne auch die Ausschreibung des Designwettbewerbs "Küche 2000 - die intelligente Rohstoffquelle" der Bonner Gesellschaft für Kunst und Gestaltung (1989), 5

²⁰ *Italo Calvino beschreibt dieses Szenario in Unsichtbare Städte*

²¹ Bernhard Vief, Digitales Geld, in: Florian Rötzer (Hg.), Digitaler Schein. Ästhetik der elektronischen Medien, _Frankfurt7M. (Suhrkamp) 1991, 117-146 (143, Anm. 11)

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

- Knowbotic Research, *Dialogue with the Knowbotic South Antarctic*: Naturdaten und -messung und -nachrichten (etwa Ozon-Alarm) selbst schon zweite Natur geworden, ein anderes *mapping*

- Auf der Weltausstellung Paris 1900 widmete sich 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: Der 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

ELEKTROTECHNIK, ELEKTRONIK

Informatisierung des Stromnetzes

- Ludger Hofestadt, 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 Energietechnologie. In intelligenten Stromnetzen wird Strom (seiner begrifflichen Metaphorik zum Trotz) nicht mehr als stetig verhandelt, sondern *bit*-weise quantisiert. "Digitalstrom" (Hofestadt) 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" (Hofestadt)

Elektronik bricht mit Altgriechenland

- 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), sondern erst seiner Eskalation als Elektronik eine neue epistemologische Epoche angebrochen

- 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*

- um Schnelligkeit von Strom zu messen, läßt 1746 Abbé Nellet 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

- Szene des nekrophilen Kusses des abgeschlagenen Kopfes von Johanaan durch Salome (gleichnamige Oper Richard Strauss); elektro-physiologischen Versuche 1800 / 1900 (Froschschenkel-Galvanismus-Tradition)

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 Denkens²², 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 Funkenstrecke" 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

- Hertzische 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.

²² Differenziert dazu E. J. Dijksterhuis, Die Mechanisierung des Weltbildes, Berlin / Göttingen / Heidelberg (Springer) 1956

- 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, Telephon²³

Beispiel elektrischer Schwingungskreis

- verblüfft nicht allein die Analogie zwischen mechanischer und elektrischer Schwingung (Pendel / Schwingungskreis), sondern auch deren Mathematisierbarkeit. Ein geschlossener Schwingungskreis besteht aus einem Kondensator der Kapazität C und einer Spule der Selbstinduktion L (Maßeinheit Henry). Die entgegengesetzten Ladungen der beiden Platten des Kondensators, die ein elektrisches Feld bilden, suchen nach Ausgleich; elektromagnetische Schwingungen entstehen genau dann, wenn ein Kondensator *über eine Spule entladen* wird und die Spule damit ein magnetisches Feld aufbaut. "Spannung und Stromstärke verändern ihren Wert periodisch nach einer Kosinus- bzw. Sinusfunktion. $U = U_0 \times \cos 2\pi ft$, $I = I_0 \times \sin 2\pi ft$. Der quasi pulsierende Schwingungsvorgang²⁴ ist von daher "eine fortgesetzte Umsetzung von elektrischer in magnetische Energie und umgekehrt"²⁵.

- "Die Schwingungsdauer wächst, wenn man den Kondensator C durch einen größeren ersetzt, da die nunmehr größere Elektrizitätsmenge Q auf seinen Platten längere Zeit zum Abfließen braucht. Ebenso bewirkt eine Vergrößerung der Selbstinduktion L eine Verlangsamung der Schwingung, da ihr Magnetfeld sowohl das Anwachsen als auch die Abnahme der Stromstärke verzögert. Durch Versuche hat Thomson das Gesetz für die Schwingungsdauer T aufgestellt: $T = 2\pi \sqrt{L \times C}$." <ebd>.

- "Die Zahl der in einer Sekunde stattfindenden Schwingungen, die *Eigenfrequenz*, ist demnach $= 1 / T = 1 / 2\pi \sqrt{L \times C}$ Hz" = 192. Bei induktiver, berührungsfreier Kopplung induziert die Spule L_1 Schwingungen in Spule L_2

- 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

²³ Einleitung zu: Wulf R. Halbach / Manfred Faßler (Hg.), Geschichte der Medien, München (Fink) 1998, 17-54 (38)

²⁴ Siehe Abb. 107/2 in: Physik in Übersichten. Kompendium für die Oberschule, Berlin (VEB Volk und Wissen) 1970, 107

²⁵ Max Kaiser, Physik (Formel-, Merk- und Wiederholungsbücher, Bd. 3), 6. Aufl. Jena (Gronau) 1967, 191

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 Experimentieranordnungen²⁶ 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"²⁷; 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 Verlangsamten / Sistieren eines Stromflusses; interne Versorgungsleitungen und Energiespeicher versorgen System eine Zeitlang
- (ent)lädt sich Kondensator als Integral bzw. Differential über die Zeit; $C = Q / U$; 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

²⁶ Etwa Anleitungsbuch zum Busch-Experimentiersystem 2188 *Computer-Technik*, Viernheim 1988, 23f

²⁷ 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")

modellieren, im Unterschied zum Digitalrechner, der Differentiale nicht 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 Höchstfrequenztechnik, 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

- 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: Die hineingetriggeren 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" (Bleistiftkorrektur)

- 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 Oersteds Entdeckung; daraus resultierendes Induktionsgesetz erzeugt ein sich senkrecht zu den Kraftlinien eines magnetischen Feldes bewegender Leiter einen elektischen 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 Drahte ein elektronische Strom [...] ohne daß ein Element oder eine andere Elektrizitätsquelle mit ihm in Verbindung stände"²⁸; 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 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 unmittelbaren *actio in distans*, abwandte; beschreibt James Clerk Maxwell diese Ereignishaftigkeit (plötzliche Stromstöße erzeugen ein magnetisches Umfeld, und dessen Bewegung seinerseits im

²⁸ Wilhelm Engel, Aus der Wunderwelt der Elektrizität, 2., verb. Aufl. Regensburg (Manz) 1913, 100

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 und Heidegger

- 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"²⁹. Was bei Faraday also noch Phänomene der Veranschaulichung sind (gezeichnete Feldlinien nach Maßgabe der Ausrichtung von Eisenpfeilspänen 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 Zug³⁰

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: Obverflächenmanipulation 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"

²⁹ brockhaus abc elektronik, hg. v. Hans-Dieter Junge, Leipzig (VEB F. A. Brockhaus) 2. Aufl. 1978, 181

³⁰ 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

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"³¹ - 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 Schwachstromtechnik³². 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 entsprechend auf und übernimmt die Versorgung des zweiten, der auf beliebige Stationen abgestimmt werden kann"; zweite Variante: "Die Sendeenergie einer 'Mutterstation' könnte schwache 'Tochtersender' auf gleiche oder anderer Frequenz speisen, die

³¹ Richard P. Feynman, Vom Wesen physikalischer Gesetze [AO 1967], München (Piper) 1993, 198

³² Siehe Norbert Wiener, Time, Communication, and the Nervous System, in: Annals of the New York Academy of Sciences, Bd. 50, 1948/50, 197-219

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, schnellt daher 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"³³; Bildschirm damit zum quantenmechanischen Operator des Elektronenstrahls (photonischer Effekt), zum Interface seiner Visualisierung; wenn Medienphänomenologie, dann so verstanden

Simulation

³³ Alexander von Ardenne / Rainer Bartel, Der Elektronenstrahl - ein modernes Werkzeug, in: Urania-Universum Bd. 35 <1989?>, 171-179 (172)

- "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"³⁴ - 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 Halbleiterbauelemente

- 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)

Elektrische Funken

- wird mit Feddersens Entdeckung und photographischer Fixierung das

³⁴ Burkhard Kainka, Experimentierkasten-Anleitung *Elektro Plus*, Stuttgart (Franckh-Kosmos) 2001, 14

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 Moment³⁵; Abb. "Facial expressions in response to direct electrical stiulation of the muscles and in response to emotional stimulation ", Photographien des Neurologen und Physiologen Duchenne de Boulogne (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

³⁵ 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

"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"³⁶ - 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

GRENZEN ZUR QUANTEN-ELEKTRONIK

Instantane Teleportation / Quantenkryptographie

- "Quantenkanal" koexistent zu klassischem Kanal; eher "Tunnel"; meldet Alice Ergebnis ihrer Beobachtung über klassischen Kanal an Bob (Lichtgeschwindigkeit als Beschränkung); Quantenkanal verschickt einzelne Photonen in instantaner Teleportation: nicht entscheidbar, welche der vier Zustände gebeamt; solange noch keine "Information", also über Telefonleitung kommuniziert

- Messungen für Basiszustände deterministisch im *aktiven* Sinn; entscheiden den jeweiligen bit-Zustand der potentiellen, insofern unbekannt (überlagerten) Polarisation; durch Messung das Photon entweder horizontal oder vertikal polarisiert; *no-cloning*-Theorem: klassische Verstärkung nicht mgl. (wie Relais in den frühen Unterseekabeln der Telegraphie)

- zufälliger Schlüssel nur 1xbrauchbar; Quantenkryptographie, die mit Licht operiert; entscheidend nicht die eigentliche Verschlüsselung der Nachricht auf klassische Weise, etwa mit *one-time-pad*; vielmehr die heimliche Übermittlung des Codes, die der Verschlüsselung vorangeht; ob Code wirklich ungelesen beim Empfänger angekommen: Quantencode

³⁶ Charles R. Gibson, *Was ist Elektrizität? Erzählungen eines Elektrons*, autorisierte dt. Bearb. v. Hanns Günther, Stuttgart (Kosmos Franckh) 1911, 11

kann bei der Übermittlung grundsätzlich nicht gelesen werden, ohne ihn dabei zu verändern; in Quantenkryptographie nicht möglich, das Signal streckenweise zu verstärken; greift ein Verstärker genauso in die Übertragung ein; Joachim Laukenmann, Versteckt im Licht, in: Die Zeit v. 2. Juni 1999

- Quantenkryptographie sicher, wenn einzelne Photonen als Informationsträger (Polarisationen der Zustände 0 / 1) eingesetzt. "Ein Lauschangriff würde die quantenmechanischen Photonenzustände zerstören, im Akt der Messung. Selbst wenn für jedes abgefangene Photon ein Ersatzphoton geschickt würde, läßt sich dieses aufgrund des quantenmechanischen Unbestimmtheitsprinzips nicht in denselben Zustand bringen wie das ursprüngliche Lichtteilchen - was eine statistische Analyse der Meßdaten offenlegt."³⁷ Nachricht über klassische Leitungen übermittelt; Verschlüsselung durch jedesmal neu kodierte Zufallsfolgen von Zahlen, etwa per Lichtsignal (Photonensender) übermittelt; wenn abgehört, Datenstrom geändert und damit bemerkt; reicht es, wenn Empfänger und Sender einen Teil der Verschlüsselung miteinander abgleichen

Die Unschärferelation: Messung und Experiment

- massiv parallel operierende Daten"verarbeitung" des Quantencomputers; Begriff des *processing* kaum noch plausibel; Alternative zur strikt sequentiellen von-Neumann-Architektur des Computers; *computing* direkt aus der physikalischen "Hardware" von Quantensystemen entwickeln; epistemologischen Reformulierung des nachrichtentechnischen Kanalbegriffs; existiert für Shannons Informationstheorie das Nachrichtensystem vorgängig zur Beobachtung; "when we read out a bit value encoded as a pit on a compact disk, we reveal a property of the disk existing before the reading process"³⁸; in der Quantenphysik Information durch Sequenzen von qbits repräsentiert; "value obtained by the measurement has an element of irreducible randomness" <ebd., 022113-1>

- von erkenntnistheoretischer Bedeutung gleich Stochastik / statistische Mechanik / Thermodynamik 19. Jh.; liefert Quantenmechanik *Wahrscheinlichkeitsaussagen* über das Auftreten bestimmter Meßwerte; mdienwissenschaftlicher Aspekt, daß "die vom Beobachter im Experiment verwendete technische Apparatur mitbestimmt, was jeweils am Atom, d. h. an seinen Erscheinungen zugänglich ist und was nicht. <...> Die Technik ist mitbestimmend im Erkennen. Dies kann sie nur sein, wenn ihr Eigenstes selbst etwas vom Erkenntnischarakter an sich hat."³⁹

- "The wave only collapses into a single electron when it is being

³⁷ Max Rauner, Quanten-Kryptographie, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 169 v. 24. Juli 2002, N 1f

³⁸ Dazu Caslav Brukner / Anton Zeilinger, Conceptual inadequacy of the Shannon information in quantum measurements, in: Physical Review A, Bd. 63, Heft 2 (2001), 022113-1 bis 022113-10

³⁹ Martin Heidegger, Überlieferte Sprache und technische Sprache [*Vortrag 1962], St. Gallen (Erker) 1989, 16

measured. If it's measured with a wave detector, waves are detected; it with a particle detector, particles are detected."⁴⁰

- "Durch den in der theoretischen Physik sich vollziehenden mathematischen Entwurf der Natur und durch das in diesem Entwurf gemäß experimentelle Befragen der Natur wird diese nach bestimmten Hinsichten zu Antworten herausgefordert, gleichsam zur Rede gestellt. Die Natur wird daraufhin gestellt, sich in einer berechenbaren Gegenständlichkeit zu zeigen (Kant)"⁴¹; vermessen(d)e Rechnung entbirgt die Verhältnisse; die archäographische Ekphrasis das epistemologische Element darin

- Nachweis einer erfolgreichen Teleportation muß einen Meßakt vornehmen und damit die verschränkten Quantenzustände schon wieder dekorrelieren; frühe elektrische Speicher in Computern: Datenauslese aus dem Speicher bedeutet Löschung der Ladung, insofern nicht wiederbeschrieben. Zeilinger entwickelt Verfahren, das ohne Nachweisgerät auskommt; *Nature* Bd. 421, 721

- "Keine Aufzeichnung, keine Messung. Nur jene Interaktionen in der Natur, die permanente Spuren (Aufzeichnungen) hinterlassen, zählen als Messungen. <...> Nur aufzeichnende Geräte haben die Macht, vielwertige Möglichkeiten in einwertige Tatsachen zu verwandeln"⁴²; insofern Medien welterzeugend, weil datengebend; durch Entscheidung Festlegung

- hat nach den Regeln der klassischen Physik ein Elektron in einem Magnetfeld zwei Drehzustände, links- / rechtsherum; nach den Gesetzen der Quantenmechanik Mischzustand, läßt sich nicht beobachten; Messung zwingt Elektron, einen der beiden klassisch meßbaren Zustände anzunehmen, zerstört also den Mischzustand; archäologischer Blick der Aufklärung: zerstört, was er sieht; Rainer Kayer, Fertig zum Beamen, in: *Die Zeit* v. 22. April 1999, 44

- verwandeln aufzeichnende Geräte: vielwertige Möglichkeiten in einwertige Tatsachen = Nick Herbert, Nur Werner allein hat die nackte Realität gesehen: Vorschlag für eine wirklich „Neue Physik“, in: Hattinger / Russel / Schöpf / Weibel (Hg.), *Ars Electroica* 1990, Band II „Virtuelle Welten“, Linz 1990, 39-49 (42); "Akt der Beobachtung - von den Physikern „Meßakt“ genannt - wird eine der vibrierenden Möglichkeiten des Objekts zum Zustand voller Aktualität erhoben, und alle anderen Möglichkeiten verschwinden spurlos" = Herbert 1990: 41 u. 43 u. 47

- "Bei Unbestimmtheit einer Eigenschaft eines Systems bei einer bestimmten Anordnung (bei einem bestimmten Zustand des Systems) vernichtet jeder Versuch, die betreffende Eigenschaft zu messen,

⁴⁰ Laura U. Marks, *touch. Sensuous Theory and Multisensory Media*, Minneapolis / London (University of Minnesota Press) 2002, Kapitel "How Electrons Remember", 161-177 (166)

⁴¹ Heidegger 1962/1989: 17

⁴² Nick Herbert, Nur Werner allein hat die nackte Realität gesehen. Vorschlag für eine wirkliche "Neue Physik", in: Gottfried Hattinger u. a. (Hg.), *Ars Electronica* 19xx, *Virtuelle Welt/xxx*, Linz 19xx, 39-50

(mindestens teilweise) den Einfluß der früheren Kenntnisse vom System auf die (eventuell statistischen) Aussagen über spätere mögliche Messungsergebnisse"⁴³; Markov-Ketten; läßt sich entropiefrei messen?

Visualisierung versus Sonifizierung

- Meßszenario, um den Nach"klang" des Urknalls zu erforschen; diffuse Strahlung aus Weltraum kosmisches "Grundrauschen", "Echo" des "Urknalls", Zeitsignale; sichtbar als Lichtpunkte auf klassischem TV-Bildschirm ohne Bildsignal nach Sendeschluß; Begriff "Klang" hier im sonischen Sinn, tatsächlich Messung kleinster Temperaturunterschiede; prinzipielle Äquivalenz der thermodynamischen, elektromagnetischen, optischen und akustischen Wellen hinsichtlich ihrer mathematischen Analyse

- Funkenkammer (ZKM-Ausstellung *Iconclash*) macht Flugbahn von Teilchen sichtbar. Scan-Tisch mit Blasenkammer-"Bildern", in Zahlenwerten gemessen, x/y-Achse; Visualisierung, um Meßdaten menschenverständlich zu machen

- Elektronenbeugungsröhre funktionsähnlich zu Braunscher Röhre; auf Leuchtschirm ein Ringmuster als Hinweis auf Wellennatur des Elektrons

- "Die Visualisierung des quantenmechanischen Formalismus erfolgt über zwei- bis dreidimensionale Diagramme der mathematischen Formeln" = Roland Brock, Realität durch Visualisierung oder visualisierte Realität. Die Darstellung von Molekülstrukturen, in: Michael Fehr / Clemens Krümmel / Markus Müller (Hg.), Platons Höhle, Köln (Wienand) 1995, 107-120 (114)

- akustische Form der Aufarbeitung von Daten zur Charakterisierung großer Mengen *sequentieller* Daten hilfreich; etwa den Aminosäuren eines Proteins je nach ihrer Eigenschaft eine Tonqualität zuordnen. "Auf diese Weise lassen sich in sehr langen Proteinsequenzen, die aus mehreren tausend Einzelelementen bestehen können, Abschnitt mit bestimmten Eigenschaften lokalisieren. Die linearen Daten werden in zeitabhängige Frequenzinformation transformiert. Die Erkennung dieser zeitlichen Signalmuster durch das Spracherkennungssystem ist in Fällen, bei denen starke Abweichungen von einem gemeinsamen Grundtyp auftreten, erfolgreicher als mathematische Algorithmen oder eine visuelle Verarbeitung dieser sequentiellen Primärstrukturdaten" = Brock 1995: 115

Maxwellscher Dämon und subkritische Energie- und Informationsschwellen

- Verhältnis von Energie und Information; steht in digitalen Systemen das aufgebrauchte Energieaufwand (und Erwärmung des Rechners) in keinem entscheidenden, also subkritischen Verhältnis zum Ablauf der binären

⁴³ W. Pauli, in: Handbuch der Physik, hg. v. S. Flügge, Berlin (Springer) 1958, Bd. 1, 7

Informationsverarbeitung; Wienerische Differenz zwischen Materie/Energie einerseits, Information andererseits

- negentropische Intelligenz: "Wenn wir uns ein Wesen vorstellen, dessen Sinne so geschärft sind, daß es jedem Molekül auf seiner Bahn folgen kann, dann wäre solch ein Wesen - dessen Fähigkeiten dennoch genau so beschränkt wie die unsrigen sind - imstande, zu tun was uns gegenwärtig verwehrt ist. <...> Nehmen wir nun an, eine Trennwand teile das Volumen in zwei Teile A und B; in dieser Trennwand sei ein kleines Loch, und ein Wesen, das die einzelnen Moleküle sehen kann, öffne und schließe dieses Loch so, daß nur die schnelleren Moleküle von A nach B gelangen und nur die langsameren von B nach A. Damit erhöht das Wesen die Temperatur von B und senkt die Temperatur von A, ohne Arbeit zu verrichten - im Widerspruch zum zweiten Hauptsatz der Wärmelehre" = James Clerk Maxwell, *Theory of Heat* (1876); kybernetischer Begriff von digitaler Schaltung

Kein Kanal?

- klassischer Kanal für Licht, für Photonen als Quant; hat A in Quanten-Kanal unmittelbar Einfluß auf B; parallel, in Quantenschlüsselverteilung aufgrund verschränkter Teilchen zufallsgenerierter Schlüssel zeitgleich auf beiden Seiten. Instantane Übertragung (von vier verschiedenen möglichen Polarisationszuständen) *durch Messung*; Übertragung von Information ohne Wegstrecke; Quanteninformation der Informationsgehalt eines *Zustands*; keine zeitlineare Übertragung der Information, sondern verschränkt instantan

- channel resources needed for the transmission of intact quantum states, rather than classical information from sender to receiver; quantum source S viewed as an ensemble of pure states, emitted with known probabilities = Charles H. Bennett u. a., Purification of Noisy Entanglement and Faithful Teleportation via Noisy Channels, in: *Physical Review Letters* Vol. 76 No. 5, 29 January 1996, 722-725 (722)

- "beamen" ein Lichtquant ohne Zeitverzögerung (Zeit und Raum unterlaufend)

- Information is information, not matter or energy. No materialism which does not admit this can survive at the present day" = Norbert Wiener, in: *Computing Machines and the Nervous System*, in: ders., *Cybernetics or control and communication in the animal and the machine*, Cambridge, Mass. (M. I. T. Press), 2. Aufl. 1962 [*M. I. T. 1948], 116-132 (132)

- abhörsichere Quanteninformation; "verschwinden am Ort des Senders und tauchen erst am Ort des Empfängers wieder auf. Zwischendurch existieren sie nicht"⁴⁴ - es sei denn im Moment des Ablaschens; Provokation des Kanal-Begriffs, insofern "Medium" ein materielles

⁴⁴ <mli>, Der Spuk, den Einstein beschwor, in: *Frankfurter Allgemeine Zeitung* Nr. 60 v. 12. März 2003, N1

Dazwischen meint. "Das besondere Kennzeichen aller Kanäle ist, daß sie durchwegs in das Gebiet der Physik fallen"⁴⁵; alle Information damit den Materialitäten verschrieben, in denen Kodes übermittelt (oder verrauscht) werden; fällt nicht nur der räumliche, auch der zeitliche Kanal fort, wenn es in der Quantenphysik beim Meßakt keine Ausbreitungsgeschwindigkeit mehr gibt; "der quantenmechanische Zustand des zweiten Teilchens ändert sich sofort, wenn das erste gemessen wird" <Zeilinger 2003: 88>

- "Im digitalen Zustand ist Information empfindlicher und flüchtiger als in allen anderen. <...> Da sie sozusagen körperlos ist, ist sie eigentlich so unvergänglich wie die Seele – über alle Zeiten hin ließe sie sich verlustfrei von einem Träger auf den anderen übertragen. Aber wie die Seele ist sie nichts ohne einen Körper, in dem sie sich materialisiert, und teilt genau dessen Lebensdauer <...> - es sei denn, ihr wurde rechtzeitig zur Seelenwanderung in einen neuen, jungen Körper verholfen" = Dieter E. Zimmer, Das große Datensterben, in: Die Zeit v. 18. November 1999, 45., über "Migration"

- "Definiert man als Medium etwas, das zwischen einem Sender und Empfänger steht, also ein Übertragungskanal oder Speicher, so sind Computer nicht nur Medien, sondern auch Sender und Empfänger, die Nachrichten selbst innerhalb der Grenzen ihrer eigenschriebenen formalen Regelwerke selbst schreiben und lesen, generieren, filtern und interpretieren können" = Florian Cramer, Exe.cut[up]able statements: Das Drängen des Codes an die Nutzeroberflächen, in: Stocker / Schöpf (Hg.) 2003: 104-109 (109)

- nicht Materie, sondern Information über sie wird übertragen, verlustfrei; Wieners Fiktion einer Übertragung des Menschen als Information über Telegraphie

- diesseits von Shannons noise; beschreibt Begriff Signal "nur noch die Übertragung einer Information und nicht mehr alle möglichen physikalischen Einflüsse einschließt" - Bernard d'Espagnat, Quantentheorie und Realität, in: Spektrum der Wissenschaft 1980, Heft 1, 79-81 (80)

Interferenzen / Holographie

- Buchstabenlese als Anatomie des Lichts; dokumentiert Anatom Johann Heinrich Schulze (1687-1744) die Lichtempfindlichkeit des Silberkarbonats, indem er Buchstaben-Schablonen an einer mit ihm gefüllten Flasche befestigt und feststellt, daß die von Licht abgeschirmten Stellen weiß bleiben. Fortan sind Buchstaben nicht mehr nur typographischer Eindruck, sondern auch Lichteffekte in der binären Option von positiv/negativ, und damit als Signal übertragbar

- speichert Hologramm die optische Information in Form des Frequenzspektrums (Fourier-Hologramm); an ein und demselben Ort

⁴⁵ Hans Titze, Ist Information ein Prinzip?, Meisenheim/Glan (Hain) 1971, 104

mehrere Bilder übereinander ablegen und unabhängig voneinander abrufen; nicht allein - wie in herkömmlichen Speichermedien bis an die physikalischen Grenzen der Atome - die Oberfläche beschreibbar, alle Raumrichtungen zur Verfügung

- Manko des buchstäblich blitzschnellen photonischen, also optischen Datentransfers, welche in Form von Glasfaserkabeln die Epoche der Elektrizität ablöst; läßt sich Licht im Lauf seiner Übertragung kaum für einen Moment verzögern oder aufhalten, geschweige denn speichern (bestenfalls einzelne Photonen)

Quantenphysik - eine Wissenschaft der Information

- Elementarteilchen registriert Information: Spin eines Elektrons oder die Polarisation eines Photons); "these bits flip" bei der Kollision zweier Teilchen = Seth Lloyd (MIT), Symposium *Ist das Universum ein Computer?*, Deutsches Technikmuseum Berlin, 6. / 7. November 2006

- "owing to unavoidable decoherence in the quantum communication channel, the quality of entangled states generally decreases exponentially with the channel length" = Jian-Wei Pan <...>, Anton Zeilinger, Experimental entanglement purification of arbitrary unknown states, in: Nature 423, 417-422 (2003), hier: 417; C. H. Bennett et al., Purification of noisy entanglement, and faithful teleportation via noisy channels, in: Phys. Rev. Lett. 76 (1996), 722-725

- "Information ist physikalisch" = Rolf Landauer, zitiert nach: Zeilinger 2003: 128

- mithilfe eines verschränkten Photonenpaars die Informationen von einem Lichtteilchen direkt auf ein anderes übertragen, ohne es zuvor messen zu müssen (Unschärferelation); nicht das Teilchen selbst teleportiert, sondern sein Quantenzustand; ein Elektron durch seinen Quantenzustand vollständig beschrieben

- Licht, das von Flugzeug nach vorne abgestrahlt wird, so schnell wie Licht, das nach hinten abgestrahlt wird; Vorhersage der Speziellen Relativitätstheorie, daß bewegte Uhren langsamer gehen als Uhren in Ruhe, da die Naturgesetze in allen nicht beschleunigten Systemen, den sogenannten Inertialsystemen; mittlerweile mit hochpräzisen Atomuhren experimentell bewiesen; Anton Zeilinger, Einsteins Schleier. Die neue Welt der Quantenphysik, München (Beck) 2003, 207 - 218

- GPS-System; senden Satelliten ständig hochpräzise Signale aus, die mit einer Zeitinformation kodiert; aus dieser Information mit einem Empfänger auf der Erde eine genaue Position errechnen

- so "kann die Physik <...> auf eines niemals verzichten: daß sich die Natur in irgendeiner rechnerisch feststellbaren Weise meldet und als ein System von Informationen bestellbar bleibt" = Martin Heidegger, Die Frage

nach der Technik, in: ders., Reden und Aufsätze, 2. Aufl. Pfullingen (Neske) 1959, 13-44 (30), unter Bezug auf: Werner Heisenberg, Das Naturbild in der heutigen Physik, in: Die Künste im technischen Zeitalter, München 1954, 43 ff.

Mit Messung rechnen: Quantencomputer

- wird in Quantencomputer die Physik auf buchstäblich elementarer Ebene selbst zum Rechnen gebracht; wenn lithographische Dichte der Chips atomare Grenze erreichen (etwa 1 Transistor = 3 Atome), Quanteneffekte

- Mosfet Feldtransistoren; wenn zu dicht gepackt (in integrierten Schaltungen), empfindlich bei Stromfluß, Trennschärfe der Signale 0/1 geht verloren, Strom dicht an Materie, transitiv zur Hardware, nicht mehr intransitiv wie vormals die Logik gegenüber der Materie in Rechnern

- besteht Quantencomputer zu 90 % aus Fehlerkorrekturen; kann *gleichzeitig* (weil Überlagerungszustände) 2, 4, 8 ... Rechnungen vollziehen; nicht mehr Input/Output-Prozesse, sondern Rechnung durch Messung. "Beobachtung" legt dann einen Zustand fest; neuer Begriff von *computation*, Wiedereintritt Analogrechner

- alle möglichen Buchstabenkombinationen (Bibliothek von Babel) in Latenz halten (Leibniz, Jorge Louis Borges); Suche nach der zu einem bekannten Namen unbekanntem Telefonnummer aus Telefonbuch. Wahrscheinlichkeit klassischer Suche: $N/2$ (durch halbes Buch durchblättern), Quantencomputer: $\sqrt{2}$

- Quantencomputer, um Quantensysteme selbst zu simulieren; *ist* der Quantencomputer dann selbst ein Quantensystem

- heißt In-der-Welt-Sein in-der-Zeit-Sein; zelluläre Automaten nicht nur im Raum, sondern auch in der Zeit. "Um ein Bit umzuschalten, ist ein Minimum an Zeit nötig. Der genaue Betrag $\langle \dots \rangle$ ist verwandt mit der Heisenberg'schen Unbestimmtheitsrelation, die der gleichzeitigen Messung von Ort und Impuls oder von Zeit und Energie prinzipielle quantenmechanische Grenzen setzt. Dem Margolus-Levitin-Theorem zufolge ist die zum Umschalten eines Bits erforderliche Zeit t umgekehrt proportional zur dafür aufgewandten Energie E . Je mehr Energie man anwendet, desto schneller springt das Bit um"; Formel dafür $t \geq [\text{größer gleich}] h/4E$, wobei h das Planck'sche Wirkungsquantum bezeichnet (Kontante der Quantentheorie) = Seth Lloyd / Y. Jack Ng, Ist das Universum ein Computer?, in: Spektrum der Wissenschaft (Januar 2005), 32-41 (34)

Rechnet das Universum? Quanteninformatik

- phonographisches Naturgedächtnis: "No motion impressed by natural causes, or by human agency, is ever obliterated. [...] The momentary

waves raised by the passing breeze, apparently born but to die on the spot which saw their birth, leave behind them an endless progeny, which, reviving with diminished energy in other seas, visiting a thousand shores, reflected from each and perhaps again partially concentrated, will pursue their ceaseless course till ocean be itself annihilated. The track of every canoe, of every vessel which has yet disturbed the surface of the ocean, whether impelled by manual force or elemental power, remains for ever registered in the future movement of all succeeding particles which may occupy its place. <...> and these again once moved, communicate motion to others in endless succession." = The Works of Charles Babbage, hg. v. Martin Campbell-Kelly, Bd. 9: The Ninth Bridgewater Treatise. A Fragment, 2. Aufl. 1838, London (Pickering) 1989, Kapitel IX, 37

- argumentiert Babbage, daß das Universum in diesem Sinne (s)eine Analytical Engine sei. *Computability in finite time* der springende Punkt; "some reals are not computable in finite time"; diese Einschränkung, dieses In-der-Zeit-Sein von tatsächlichen Rechnungen, positiv: "Every finitely realizable physical system can be perfectly simulated by a universal model computing machine operating by finite means" = David Deutsch. Quantum theory, the Church-Turing principle and the universal quantum computer. Proceedings of the Royal Society of London Ser. A, A400:97-117, 1985

- EDVAC Computer mit Programmspeicher ausgestattet, „*one thing at a time down to the last bit*“; Verschwinden der diskreten Zeit (die "incidental times" der Physik) in der quantenmechanischen Unschärferelation; verschwinden Partikel, verschwindet auch der Zeitpunkt, mithin der punktförmige Ereignisbegriff; kommt Medientechnik ins Spiel, die nicht allein mit der mathematischen Frage befaßt ist, sondern ebenso mit der tatsächlichen Implementierung von Mathematik in Physik: "Computation actually needs to be executed on some substrate"⁴⁶; liegt quantenmechanisches Meßproblem darin, daß die Messung das gemessene Objekt zerstört - irreversibel und damit entropieanfällig; braucht es reversible Prozesse, ein entropiefreies Meßsystem

Mit Licht rechnen (Photonik)

- ausgebremst die Geschwindigkeit von Datenübertragung in Glasfasern durch Verwandlung photonischer in elektronische Signale; zeitkritischer Flaschenhals, "wo Lichtimpulse nach ihrer Reise durch Glasfaserbakele in prozessierbare elektrische Signale umgewandelt werden. Also dort, wo die zwei Mediensysteme Elektronik und Optik unmittelbar zusammentreffen." Entwicklungen von Halbleitern, die optische Datenströme umlenken (photonische Kristalle): "Ein zeitverzögernder Medienwechsel von Licht auf Strom entfällt" = Ana Ofak, Rechnen mit Licht, in: Axel Volmar (Hg.), Zeitkritische Medien, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009, 331-344 (333)

⁴⁶ Oswald Berthold (Studierender am Institut für Informatik der Humboldt-Universität zu Berlin), *Computational Universe*, Typoskript im Anschluß an seinen Vortrag im Seminar von Horst Zuse an der TU ("Geschichte der Computerentwicklung", SS 2009), Berlin, 10. Oktober 2009, 19

- buchstäblicher Schau-Platz, wo diese Wandlung (der photonische Effekt) ständig stattfindet, bereits der Bildschirm des Fernseherers, wo aufprallende Elektronen in Licht verwandelt; in Form der Williams-Tube dieser Effekt als zeitkritisches Speicherlement für digitale Daten genutzt

TAKT UND ELEKTRIZITÄT

Akustik als zeitkritischer Medienkanal

- Chladni versetzte 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*.⁴⁷ "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."⁴⁸ Ritters Bezug auf die Klangfiguren von Ernst Florens Friedrich Chladni (publiziert als *Theorie des Klangs* erstmals 1787) - eine Visualisierung als Theorie.⁴⁹ „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 Ein-Zeilen-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 Zeit⁵⁰: "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 the´re looking at a visual program. And they´re not. They´re not looking at all - they´re absorbed, involved in a resonating

⁴⁷ Bettine Menke, Akustische Experimente der Romantik, in: Claus Pias (Hg.), Neue Vorträge zur Medienkultur, Weimar (VDG) 2000, 165-184 (168)

⁴⁸ 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

⁴⁹ Ernst Florens Friedrich Chladni, Entdeckungen über die Theorie des Klanges, Leipzig (Weidmann & Reich) 1787

⁵⁰ Siehe Honke Rambow, Rhythmus, Zeit, Stille, in: Kunstforum International Bd. 151 <Jahr???,>, 179-184

experience."⁵¹

- 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"⁵² - 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"⁵³

- 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, 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

⁵¹ 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

⁵² McLuhan, *The Global Village* 1995: 172

⁵³ 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)

Suchmaschinen als Interface zum Datenstrom des Internet; *tweetescapes* 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, plaziert man die Lautsprecher sichtbar in der Installation, werden sie unweigerlich optischer Bestandteil derselben"⁵⁴ - und damit einsichtig

- Alexander Puschkin: „Die Töne tödend. Zerlegt´ ich die Musik wie eine Leiche Und prüfte Harmonie an Algebra"⁵⁵; reflektiert eine optisch-akustische Konfiguration die mathematische Techno-Physik und ist damit schon ein medientheoretischer Ort

- Aufgabe von Medientheorie liegt darin, 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

- das ganz buchstäbliche *lay-out* von Lautsprechern in der sogenannten akustischen Laufzeit-Tomographie für lokale Wetterprognosen, welche analog zum Begriff der bildgebenden Verfahren (*imaging*) ein tongebendes Verfahren (sozusagen *sounding*) darstellt. Das von Meteorologen der Universität Leipzig entwickelte Meßsystem besteht aus acht Trichterlautsprechern und zwölf Mikrofonen, ein bis zwei Meter über dem Erdboden installiert. Auch hier Rasterfahndung, akustisch, denn dieses Netzwerk aus Meßpunkten überstreicht eine Fläche von 300 x 700 Metern. Über die Lautsprecher 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

⁵⁴ Volker Straebel, Geheimnisvoll materiell, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 126 v. 4. Juni 2002, BS 4

⁵⁵ A. Puschkin, Mozart und Salieri, zitiert als Motto in: J. J. Barabasch, Algebra und Harmonie, in: „Kontext“. Sowjetische Beiträge zur Methodendiskussion in der Literaturwissenschaft, hg. v. Rosemarie Lenzer / Pjotr Palijewski, Berlin (Akademie) 1977, 15-94 (15)

wird. Ein Abgleich der so gewonnenen Daten mit Modellvorhersagen läßt damit einen drohenden Wetterumschlag ebenso rasch erkennen wie die Luftverwirbelung von startenden oder landenden Flugzeugen messen

- Akustik ein radikal zeitkritisches Ereignis im medialen Kanal; 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"⁵⁶ - 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

⁵⁶ 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)

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 aperiodischen Artikulation; fällt die symbolische Spachordnung 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 werden⁵⁷; 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 Zuggeräusch 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"⁵⁸. 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*.⁵⁹ "Die

⁵⁷ 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

⁵⁸ "Vorwärts und zurück. Steve Reich im Gespräch" mit Gisela Gronemeyer, in: *MusikTexte* 26 (Köln, Oktober 1988), 11-15, hier: 11f

⁵⁹ In diesem Sinne die Hausarbeit des Mediengestalters Justus Wunschik,

wirklichen Zugeräusche, das ist alles"; "die Hingabe an den musikalischen" oder besser: klanglichen "Prozeß ermöglicht eine Lenkung der Aufmerksamkeit weg vom *Er, Sie, Du* und *Ich* hinaus zum *Es*"⁶⁰ - 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>

Algorithmmik

- 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 gilt 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>

- Shintaro Miyazaki, *Das Algorithmmische*. Microsounds an der Schwelle zwischen Klang und Rhythmus, in: Axel Volmar (Hg.), *Zeitkritische Medien*,

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*.

⁶⁰ Steve Reich, Musik als gradueller Prozeß, in H. Danuser, D. Kämper u. P. Terse (Hg.), *Amerikanische Musik seit Charles Ives. Interpretationen, Quellentexte, Komponistenmonographien* (Laaber, 1987), 288-290 (= "Music as a Gradual Process", in ders., *Writings about Musik*, Halifax u. New York, 1974), und die *Komponistenbiographie* 373f, *ibid*.

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 *Analogcomputing*

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 multifacetness 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 <...>." ⁶¹ 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" ⁶² 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 Kurzschluß, 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.

- Satz aus Lords Buch, der McLuhan entzückt: "Das gesprochene oder gesungenen Worte, zusammen mit dem visuellen Bild des Sprechers oder

⁶¹ 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)

⁶² 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)

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 / Meßstätigkeit 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 Telefons 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 gewöhnlicher

Differentialgleichungen, ungeheuer vergrößern mußte"⁶³ - 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."⁶⁴ 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 aufhängt⁶⁵

(Hemi)Sphären

⁶³ Norbert Wiener, Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung in Lebewesen und Maschine, Reinbek b. Hamburg 1968, 23; dazu Rieger 2003, 64-82

⁶⁴ 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

⁶⁵ Dazu Graeme H. Patterson, History and Communication, U Toronto P 1990, 98

- 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"⁶⁶ - 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.⁶⁷ 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 zum Zug: "Das Auge fidnet bei dem ständigen, punktweisen Neuaufbau der Monitorbilder keine ausreichend festen, lange genug anstuerbaren Anhaltspunkte."⁶⁸; Philipp von Hilgers' / Axel Rochs *Mind Reading Machine*

⁶⁶ Einleitung zum Kapitel "Das resonnierende Intervall", in: McLuhan / Powers 1995, 25-36 (25)

⁶⁷ Herbert Krugman, Brain Wave Measures of Media Involvement, in: Journal of Advertising Research, Februar 1971, hier zitiert nach: Marchand 1999: 325

⁶⁸ Manfred Schweres, Bildschirmtexte wenig einprägsam, in: Frankfurter

- entsprechen Sakkaden als willkürliche Blickbewegungen Norbert Wieners Bild vom unstetigen 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"⁶⁹; 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."⁷⁰; 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"⁷¹; 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.>. 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

Allgemeine Zeitung Nr. 8 v. 10. Januar 2001, N3, unter Bezug auf den Informatiker Uwe Buermann, in: Computer-Fachwissen, Heft 10/2000

⁶⁹ 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.,

⁷⁰ Hermann von Helmholtz, Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik, Braunschweig 1863; Nachdruck Frankfurt/M. (Minerva) 1981, 13

⁷¹ 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)

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 puls-basierte 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 evokiert 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."⁷²

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

- 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"⁷³ für die Untersuchung der Physiologie

⁷² Francisco Varela, in: Maar et al. (Hg.) 2000: 150

⁷³ 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

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 Rasche im Telephon. Dem Beginne dieses Rauschens 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."⁷⁴

- 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 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 / Ozillograph: "The history of electrophysiology has been decided <!> by the history of electric recording instruments" <2>. Im Unterschied zum

⁷⁴ 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 Verstärkeranordnung und Messdiagramme der Aktionsströme (417)

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.⁷⁵ "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*⁷⁶; lecture illustrated by lantern slides and gramophone 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

⁷⁵ Siehe D. Scherf, Lehrbuch der Elektrokardiographie, 2. Aufl. Wien (Julius Springer) 1937, bes. Abschnitt "Zeitschreibung", 5

⁷⁶ Nobel Lectures, Physiology or Medicine 1922-1941, Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 1965;
<http://nobelprize.org/medicine/laureates/1932/adrian-lecture.html>

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 elektrische 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."⁷⁷

- "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."⁷⁸

⁷⁷ Knut Hieckethier, 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)

⁷⁸ E. Hudec, Zur Physiologie des Fernsehens, in: E.N.T. Bd. 8. Heft 12 (1931), 544-554 (554)

- "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"⁷⁹; 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"⁸⁰; 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"⁸¹

- 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 hörbar⁸²

Servomechanismus und Rückkopplung (Kybernetik mit McLuhan)

- akustischer Verzögerungsspeicher früher 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

⁷⁹ Marshall McLuhan, *Die magischen Kanäle. "Understanding Media"*, Düsseldorf / Wien (Econ) 1968, 174f

⁸⁰ Ralph K. Potter, *Visible Patterns of Sound*, in: *Science* 102, Jahrgang 1945, S. 463-470 (470)

⁸¹ 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)

⁸² Burkhard Kainka, *Radiomann*, Stuttgart (Franck / Kosmos) 2004, 20

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-maschinesisches Organ, korrespondierend nun mit Computer; kommt kleinster Zeitmoment (neuroinformatisch) ins Spiel, Nervenreaktionszeiten (Wilhelm Wundt, von Baehr). "Der Prototyp der archimedischen Maschienen 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"⁸³; kein Moment des technischen 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.⁸⁴

- 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:

⁸³ Gotthard Günther, *Das Bewußtsein der Maschinen. Eine Metaphysik der Kybernetik*, Krefeld / Baden-Baden (Agis) 1963, Anhang IV "Die 'zweite' Maschine", 179-203 (184)

⁸⁴ 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)

"Electronic media are, instead, extensions of the central nervous system, an inclusive and simultaneous field" = Marshall McLuhan, *The Age of Information*, 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 Beispiel jener großen Seinsgesetzmäßigkeit, die neue und gegensätzliche Formen offenbart, wenn frühere Formen gerade den Höhepunkt ihrer Entwicklung erreichen" = McLuhan 1968: 18; Feddersens Spiegelchronophotographie 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 [...]"⁸⁵; scheitert die Musikalität und "Grammophonie" des Vokalalphabets am Geräusch. Erst der Phonograph selbst vermag dies aufzuzeichnen

- definiert Karl Ernst von Baer Gegenwartsmoment kinematisch: "So haben wir in der Sekunde durchschnittlich etwa sechs Lebensmomente, höchstens zehn"⁸⁶; 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

⁸⁵ 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

⁸⁶ Karl Ernst von Baer, *Schriften*, Stuttgart 1907, 141

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 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"⁸⁷ - 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

⁸⁷ Marshall McLuhan / Quentin Fiore, Das Medium ist Massage [AO 1967], Frankfurt/M., Berlin, Wien (Ullstein) 1984, 40

Nachrichtentechnik (Shannon, Turing)

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

SCHWINGUNGEN, IMPULSE. Zeitkritische Momente in technischen Medien

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 Algorhythmische. Microsound an der Schwelle zwischen 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 Unterschied 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 'Jetzmomenten' oder Augenblicken"⁸⁸. Dies aber ist Medienzeit, konkret: Uhrzeit. "Du selber machst die Zeit: das Uhrwerk sind die Sinnen: Hemstu die Unruh nur / so 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

⁸⁸ Michael Inwood, Heidegger, Freiburg / Basel / Wien (Herder) o.J., 99

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 Perforations-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."⁸⁹ 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

⁸⁹ 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)

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."⁹⁰ 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

- 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 Atmanordnung beginnt hin- und herzuklappen, pendelgleich. Doch die Grenze zwischen Wissensgeschichte der Kulturtechniken zur Medienwissenschaft zieht Christian Kassung mit der Begründung, wo seine Pendelarchäologie

⁹⁰ Aurelius Augustinus, Was ist Zeit? Confessiones XI, lat./dt., übers. v. Norbert Fischer, Hamburg (Meiner) 2000, § 31

abbricht: "Sämtliche von mir diskutierten Pendel sind durch die Graviation 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 bestimmen 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?"⁹¹ 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

⁹¹ David Landes, Revolution and Time. Clocks and the Making of the Modern World, 1983, 49

- 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 Gegenwartsdauer liegen"⁹²; 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“⁹³. In der Tat, Kulturtechniken: die Oranische Heeresreform macht Heereskörper zur symbolischen Maschine, "deren Code Stevens Ausführungen über Punkt, Eins und Null sind und dessen symbolischer 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 (vollkommene Zeitgleichheit der Schwingungsdauer)

⁹² 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

⁹³ 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)

- 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 Denkbarekeit 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 succession of instants instead of a continuous 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. Miscellen zum Thema Zeit und Auflösung, in: Volmar (Hg.) 2009, 267-282, siehe auch Helmholtz' Begriff der "Zwischenzeiten" bei der Messung von Nervenlaufzeiten am Froschschenkel

- 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.«⁹⁴ *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:

⁹⁴ *Cybernetics - Kybernetik. Die Macy-Konferenzen 1946-1953*, hrsg. von Claus Pias, 2 Bde., Zürich / Berlin 2003-04, Bd. 1, 186f. (Übersetzung Claus Pias).

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 Beschreibung⁹⁵, und Link unterstreicht: "It is not the pulses themselves that are reflected repeatedly but their coincidence with the external rhythm" = Link, "Angles", 31; Einführung 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 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->

⁹⁵ 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. William Aspray, Cambridge, Mass. 1985, 103-109

- 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"⁹⁶; "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)
- 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“

⁹⁶G. 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)

- Textverschiebung 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 Bildpunkten 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'⁹⁷; wirkliche Zerlegung von sinusförmigen Komponenten

⁹⁷ Jobst B. Fricke, Psychoakustik des Musikhörens, in: Helga de la Motte-Haber, Modelle der musikalischen Wahrnehmung, in: dies. / Günther Rötter (Hg.), Musikpsychologie, Laaber

(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

- 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"⁹⁸; nichts als eine heuristische Fiktion, "die Bildfläche *g e d a n k l i c h* in eine bestimmte

(Laaber-Verl.) 2005, 101-155 (134)

⁹⁸ Franz Tuczec, Leitungsbildübertragung, in: Schröter (Hg.) 1930, Kap. X, 388-(388)

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 pfllegt 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 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."⁹⁹

- 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

⁹⁹ Horst Götzke, Programmgesteuerte Rechenautomaten. Grundlagen, Aufbau, Arbeitsweise. Anwendungen für Digitalrechner, Datenverarbeitungsanlagen, Analogrechner und Hybridsysteme, Leipzig (Fachbuchverlag) 1968, 270

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

"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, *Inneres 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 Verhaltsschema" <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"¹⁰⁰

- 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 Baran Zertreibungen: "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 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.¹⁰¹ 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 Dimension¹⁰²: 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

¹⁰⁰ Gunthard Born, Musik und ihre Bedeutung, in: Kunstwerk und Biographie. Gedenkschrift Harry Goldschmidt, hg. v. Hanns-Werner Heister, Berlin (Weidler) 2002, 155-175 (158)

¹⁰¹ Louis N. Ridenour (Hg.), Radar System Engineering, Massachusetts Institute of Technology Radiation Laboratory Series, Bd. 1, New York 1947, 631

¹⁰² 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)

- 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

- Dirac-Impuls anstelle der Metaphysik des Punks: "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 infinitesimalen 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"¹⁰³, 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 <...> einen unendlich großen Wert innerhalb einer unendlich kurzen Zeit verlangt und sonst Null sein müßte (sogenannte 'Dirac'-Funktion). Dies ist physikalisch unmöglich"¹⁰⁴; kommt jene Funktion Dirichlets ins Spiel, die unendlich dicht und oft zwischen zwei Werten oszilliert¹⁰⁵; 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 <...> and George Campbell <...> made the loading coil a practicable electrical device" = Mindell 2004: 109; vor dem Einsatz von elektronischen

¹⁰³ Claus Pias, Time of Non-Reality. Miscellen zum Thema Zeit und Auflösung, in: Volmar (Hg.) 2009, 267-282 (xxx)

¹⁰⁴L. 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)

¹⁰⁵ 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

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."¹⁰⁶ 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)

- 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.

- "Anschaulich stellt man sich die Delta-Distribution meistens als eine beliebig hohe und beliebig schmale Funktion vor, deren Fläche den Grenzwert 1 besitzt. Am Ende dieses Gedankenexperiments erhält man einen Graphen, den man wegen der unendlichen Amplitude nicht mehr zeichnen kann" = Wikipedia, Eintrag "Heaviside-Funktion", Zugriff 17. Juli 2008

- "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

¹⁰⁶ 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

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; Siebert 2003: 286 f.

- realisiert Radartechnologie Operationen im elektromagnetischen Spektrum nicht mehr schlicht mit kontinuierlichen Schwingungen (AM), sondern mit diskreten Impulsen¹⁰⁷ (deren Zeitabstände in einem zeitkritischen Verhältnis zur ultrakurzen Wellenlänge der Radarantennen 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

¹⁰⁷ Friedrich Kittler, Optische Medien, Berlin 2002, 305

/ 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 Rechtecktsendung 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 Rechtecktschwingungen? 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"¹⁰⁸ - 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 dargestellt"¹⁰⁹. 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": "Ist es vielleicht so, daß nur solche experimentellen Situationen überhaupt in der Natur vorkommen, die in dem mathematischen Formalismus der Quantentheorie auch ausgedrückt werden können?"¹¹⁰ 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)

- wie die Loslösung vom Newtonschen Fernwirkungsmodell durch Faradays

¹⁰⁸Marco Bischof, Biophotonen. Das Licht in unseren Zellen, Frankfurt/M. (Zweitausendeins) 1995, 218

¹⁰⁹ W. Heitler, Reversible Vorgänge, in: R. W. Meyer (Hg.), Das Zeitproblem im 20. Jahrhundert, Bern / München (Francke) 1964, 205

¹¹⁰ Werner Heisenberg, Die Geschichte der Quantenphysik, in: ders., Quantentheorie und Philosophie, 1977, 3-21 (19f)

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 Korpusekel eine Periodizität zuzuschreiben" <ebd.>

- weiß Niels Bohr ausdrücklich, daß er hier mit der klassischen Elektrodynamik bricht, jenseits techniknaher 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 classical electrodynamics, i. e. Planck's constant, or as it often is called the elementary quantum of action"¹¹¹

- Doppelsinn des Begriffs von "string": einmal die schwingende Saite; zum Anderen aber auch diskrete Symbolketten (Datenstrings) in der Informatik

- "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-Modulation¹¹² insofern medienepistemologisch revolutionär, als es erlaubt, zeitkontinuierliche Signale in ihren Kehrwert zu überführen, nämlich in numerische adressierbare und damit diskret berechenbare Frequenzen¹¹³; impuls-kodierte, also diskrete Signale im

¹¹¹ 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)

¹¹² 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

¹¹³ Siehe das Editorial in: Archiv für Mediengeschichte, Heft 11: Takt und Frequenz, München (Fink) 2011

Unterschied zu analogen Signalen "fast ins Unendliche kommunizierbar, überbrücken Raum und Zeit quasi ohne Störung"¹¹⁴; 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."¹¹⁵

- 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) transformiert.¹¹⁶; 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.¹¹⁷

¹¹⁴ Axel Roch, Claude E. Shannon. Spielzeug, Leben und die geheime Geschichte seiner Theorie der Information, Berlin (gegenstalt Verlag) 2009, 102

¹¹⁵ Shannon et al. 1948/1993: 154

¹¹⁶ 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

¹¹⁷ Siehe Roch 2009: 102