

["NOTIZBUCH MASCHINEN, KYBERNETIK, NETZE"]

Was heißt eigentlich "analog"?

Zelluläre Automaten

A/D-Verhältnisse

a) *mechanisch*

b) *elektronisch*

LCD: Digitale Anzeige auf der Basis von Wechselstrom

Verlust an Kontingenz?

Buchstäblich "digital"

Zwischen digitalen Momenten: zeitloses Nichts?

Schwierigkeiten bei Lektüren des Binären

Analog-digital-Wandlungen (mechanisch)

Was sich der Digitalisierung entzieht

Metaphysik des Kontinuierlichen? (Leibniz, Euler, u. a.)

Sich dem Kontinuierlichen diskontinuierlich nähern

Grenzwertig: Fourier

Zahl und Fluß (Reelle Zahlen)

Kontinuierlich / diskontinuierlich

Sampling und Quantisieren

Das Sampling-Theorem

Analogebildungen

"Analog" in der Welt sein

"Digital" in der Welt sein

Zwischen analog und digital

Wandlung analog / digital

Elektrische Zähler / elektronische Uhr

Gepixelte Bilder

Fernsehen als Analogrechner

Digitale Photographie?

Digitale Bilder

Wiedereinkehr des Analogen im Digitalen

Medien des Digitalen: Relais, Röhren und FlipFlop

Implizite Mathematik

Geheimnis des Operationsverstärkers (Integration)

Das Hirn: analog sowie digital

"digital" divers

Den A/D-Umbruch aktiv denken

Zwischen zwei Zuständen: "0 / 1"

Das griechische Vokalalphabet als Bedingung des Digitalen

Ein Kriterium der Differenz von analog und digital: die Zeit

Re-entry des Analogen im Ästhetischen

Ästhetik des Digitalen

Archive

Digital versus narrativ? Analoges Erzählen, digitales Zählen

Den A/D-Umbruch aktiv denken

Äquidistante, zeitdiskrete Abtastung als solche

Sampling *avant la lettre*

Vom Sampler zum Harddiskrecorder: Medialität und Sound (MA Ogrinz)

Sampling: präzise und metaphorisch, als Technik und als Medienkunst

Nyquist-Shannon-Abtasttheorem

Sampling und Medienrecht
Loops
Der Kern der Digitalisierung: A/D-Wandlung
Die begrenzte Reichweite einer etymologischen Ableitung des Begriffs
Begriffsbestimmungen
Begriffsverwirrungen
Die linguistische Variante von "Digitalität"
Für wohldefinierte Begriffe in der Medientheorie
Ungleichzeitigkeiten
Digitalisierung *avant (?) la lettre*
Zeit des Digitalen: die Räderuhr mit Hemmung, die Taktung
Zwischen analog und digital
Unschärfen des Digitalen
Begriffsgeschichte des Digitalen
Das Digitale als Extrem des Analoges
Digitalisierung der Kommunikation
Sampling
Das "digitale" Bild
Sampling als Medienarchäologie
Mathematisierung der Kommunikation
Mit Diskontinuitäten rechnen
Medienkulturelle Konsequenzen der Digitalisierung: eine ahistorische Form der Tradition
Das digitalisierte Bild: ein Unbild? Zur Referentialität des Digitalen
Codec
Operationsverstärker
"Die Zukunft ist analog"
Das kybernetische Modell
Schaltung zwischen analog und digital
Ringmodulatoren
Halb-digitale Momente des Analogrechners
Eine implizit mathematische Medienphysik
Unwillkürliche Analogrechner / Implizite Differentialmathematik
Der epistemologische Einsatz des Analogrechners
Nicht-numerische Mathematik
Der *Differential Analyzer* (Vannevar Bush)
Computer als Analogrechner
Datenflußrechner
Analogcomputer und *anti-aircraft prediction*
Homomorphien, Isomorphien: Diagrammatisches Denken in Modellen
Definitionen des Analogrechnens
Analogcomputer, FPGAs, Schwingungen
[Analogrechner an TU / DTMB]
Unschärfen: Dem Realen auf der Spur
(Elektro-)Mechanische Analogrechner
Wirtschaftsmodellierung
Mathematische Maschinen (*Analogue Calculator*)
Mathematik / Musik: Das Monochord als sonischer Analogcomputer
Der Rechenschieber
Mechanische Integratoren
Analogcomputer und Quantenmechanik

Analogcomputer als akustischer Synthesizer
Schleimpilze: Bio-Informatik (analog)
Wettervorhersage mit Analogcomputer (Patch Lorenz-Attraktor)
Digital Signal Processing
Dreiwertige Logik
Algorithmen? Programmierung des Analogcomputers
Analogcomputer und Kernphysik
(Elektro-)Mechanische Analogrechner
Implizite Analogrechner
Experimentelle Simulation mit dem Analogcomputer
Between emulation and simulation of dynamic worlds
Demonstrations-Analogrechner der Technischen Sammlung Dresden
Auch Fernsehbilder: halb-digital
Allianz von analog und digital: Der Hybrid-Rechner
Oszilloskopien
Nomogramme als Analogrechner
Das privilegierte Verhältnis des Analogrechners zur Differentialrechnung
Lern-Analogcomputer
Optische Funktionsgeber
Kybernetische Neurobiologie, Künstliche Intelligenz und der Analog-
respektive Hybridcomputer
Neuronale Netze: Analogcomputer versus Turing-Maschine?
Was ist am sogenannten Digitalcomputer überhaupt „digital“?
Informatisierung des Analogcomputers?
Die vergangene Zukunft des Computers: Analogrechner
"Erfahrungen mit Analogrechnern und Modellregelkreisen"
Rechnen, Hören und Sehen mit klassischer Elektronik: Analogcomputer
und Synthesizer in gegenstrebigem Fügung
Diverse Notizen "Analogcomputer"
Elektronische Modellierung neuronaler Prozesse / Simulation
Flugsimulation als Analogcomputing
Emulation oder Simulation?
Rhythmogramme und Analogrechnermusik
Mechanismus von Antikythera
A/historizitäten: Materiale Entropie *versus* symbolischer Kode
Der Mechanismus von Antikythera als Analogcomputer
Medien als aktive Archäologen solcher Artefakte
Das Differential
Planetarische Zeit (und jenseits)
Er/zählen und Techno-Mathematik
Das Neue am Computer
Die Rechenmaschine Pascals
Babbages Maschinen (Analytical Engine / Difference Engine)
Die Chrono-Logik der von-Neumann-Architektur des Digitalcomputers
"Colossus" (Bletchley Park)
Rechnen mit Zeitereignissen (Parametron)
Ternäre Logik (SETUN)
DDR-Computer in den Technischen Sammlungen, Dresden
Nova 2, EDSAC
Experimentieren mit Commodore C64
Medienarchäologie des Computers, buchstäblich

Zur Metaphorik der Computer-Gehirn-Analogie
Computerkultur: Paarvermittlung
Miniaturisierung von Schaltkreisen
Computerarchäologie: Die Anonymisierung der Hardware
(Daten)Archäologie konkret
Musealisierung und / oder Retro-Computing
VCF Berlin 2015 und das Jahr 1965
Geplante Obsoleszenz (Mikroprozessor)
Hardwarenah ausbilden? Informatik vs. Medienpädagogik
Retrocomputing als medienhistorische Hilfswissenschaft
Der Anachronismus von Computerarchitekturen
Emulation *versus* Simulation?
Zeitkritische Mathematik / Mathematische Werkzeuge zum Kalkül der Zeit
Zeit & Zahl
In welchem (historischen) Zustand sind Logik und Mathematik?
Mathematische Unmittelbarkeit, nicht als Wissenshistorie
Mathematik und historische Prozesse
Mathematische Analysen "historischer" Zeit (Wiener et al.)
Stochastische Ereignisanalyse mit Markov und Wiener
Ahistorizität der Mathematik? Spengler vs. Klaus
Kritik der "Wissensgeschichte" (Mathematik / *mathesis*)
Medien*arché* (am Beispiel digitaler Datenprozessierung)
Zahlen und Maschinen
Mathematik und Ökonomie
ARIFMOMETR. Eine Archäologie des russischen Computerdenkens
Computerhistoriographie: Die Archivlage
Das Museum: *Bletchley Park*
Kommando- und Kontrollstrukturen (E-Kraftwerk Vockerode)
Sowjetischer Computer: *memory*
Computer vom rechnenden Subjekt zum materiellen Objekt: ein
medienarchäologischer Fall
"Ergodische" Computer(spiel)zeit
Praktiken des Time-Sharing
Turing-Zeit
Ray-tracing und *-casting*
(Computer)Spiel(kultur)techniken
Computerspiele: scheinbar narrativ, tatsächlich die Dekonstruktion der
Erzählung
Zeitkritik: *Ergodic Computer Games*
Computerspiele: Programme, nicht Inhalte lesen
Das Computerspiel als Kulturtechnik (GAME FACE)
Sampling / zeitdiskrete Proben nehmen
Computermedienarchäologie
Kriegs- und / oder Computerspiel
Computerspiele und / oder Erzählung

Der kalte medienarchäologische Blick
Turing-Maschine
Imaginierte Maschinen
Papiermaschinen
Three Lessons in Architecture

Mathematische Maschinen
Automat(h)esis
Maschinen denken
Ideenmaschine (Karsakov, Babbage)
Diagrammatisches Denken / Bewegung / symbolische Maschinen
Grundlagenkrise der Mathematik
Zum Begriff der Maschine, des Maschinischen und des Mechanischen
Die Ungleichzeitigkeiten der Maschine
Zeit der Maschinen *versus* Medienzeit
Zeit der Maschinen
Papiermaschinen
Medienmaterielle Blicke auf die Beziehung von Mensch und Technik
Der "robot historian"
Mensch(turing)maschinen
Das unaufhörliche Bemühen um Mediendefinitionen
Medien, technologisch begriffen
Zum Begriff der Technologie (Techno/logien)
Die Frage nach der Technik
Die nachrichtentechnische Definition des Mediums von der Kanalkodierung her
Technizität und Vollzug
Das Gesetz der Technik
Photographischer "Apparat" und der medienarchäologische Blick
Von klassischen Bildmedien zu mathematisierten "Weltbildern"
Logische Maschinen: Kalkül und Computer
Am Ende: Medium *versus* Format?
Zum Begriff der Technologie (Techno/logien)
Technikphilosophie
Technikphilosophie mit Heidegger
Kybernetik / Kommunikation
Rückkopplung, Fehlerkorrektur
(Selbst-)Regelung
Regelungsprinzip der Dampfmaschine
Beispiele biologischer Regelkreise
Bedeutung der zeitlichen Differentialquotienten für die Stabilität der
Regelung
Regelkreis
Neuro-Kybernetik
Staatskybernetik
Kybernetik mit Wiener und Lacan (Themen, Thesen)
Kybernetik als "Strukturwissenschaft"
Hirn ungleich Computer (von Neumann et al.)
Die *Gelbe Gefahr*
"Implementation", "instanciation"
Die Kopplung von Mensch und Maschine: Der *guslar* und die *gusle*
[Vibrating nerves, vibrating strings: Mico-tempor(e)alities]
"Post-digitale" Ent-Äußerungen
Musikautomat / Klavierspiel
Synchronisation und Rückkopplung in der Mensch-Maschine-Kopplung
Aufzeichnung
[Das "Tuning" des Grammophons und des TV-Bildes]

Zeit-Sprünge
Wie nicht Mediengeschichte schreiben (mit Nietzsche)
Mediengenealogie?
Menschen und Medien an den Grenzen zur Elektrophysiologie
Konvergenz von Nervenzeit und Computerzeit
Schreibmaschinen: Nietzsche und das Zeitkritischwerden der Schrift
Fehlt die Zahl? Nietzsche an den Grenzen zur kalkulatorischen Mathematik
Zwischen Zeichen und Signal
Dynamometrie, Ergographie: Zeitkritische Zuspitzungen
Weber, Fechner, Wundt: Die Grenze der algrischen *epistemé* an den elektrotechnischen Medien
Das medientechnisch (fest-)gestellte T(h)ier
Asthetische Aufzeichnungsmedien (*recording*)
Medientheater mit Nietzsche
Die Verschränkung von Zeit und Zahl im Medium (Kymographie, Nervenmusik)
Die ganze Differenz zum Kymograph: die Elektronenröhre
... mit Nietzsche
Operative Diagrammatik
Experimentelle Diagrammatik
Für eine diagrammatische Medientheorie
Die Input/Output-Relationen in sogenannten "Black Boxes" aus diagrammatischer Sicht
Sich diagrammatisch orientieren (symbolische Maschinen)
"Papiermaschinen" (Babbage, Turing)
Eine "diagrammatische" Mediendefinition
Medienoperative Diagramme
Was heißt "operativ"?
Das "Dämonische" (Alunni) an der diagrammatischen Demonstration
Graphen - eine Instanzierung oder eine Differenz zum Diagramm?
Zeit und Diagramm
Die diachronische Dimension des Diagramms
Zwischen Anamnese, Gleichursprünglichkeit und Tradition: Zeit der Diagrammatik
Das regenerative Wissen und die visuelle Evidenz der Geometrie
Diagramme von Dynamik / dynamische Diagramme
Kurvendiagramme
Das Diagrammatische (Graphen aus Punkten und Linien) als Darstellungsform bei Peirce
Dreidimensionale Diagramme
Diagrammatische (Rechen-)Maschinen
Das Flußdiagramm (*flow chart*)
Das Blockdiagramm
Diagrammatik und Schaltplan
Die Verdinglichung des Schaltplans
Zeitweisen operativer Diagramme
Symbolische Rechenmethode und Analogrechner
Der springende Punkt
Diagramm und Isomorphie
Operative Diagrammatik / diagrammatische Operatoren
Diagrammatik als "Medium des Denkens" (Charles Sanders Peirce)

Diagrammatische Urszenen (Antike)
Die neuzeitliche Erringung des Diagramms
Diagrammatische Epistemologie des elektromagnetischen "Feldes"
Zeitdiagramme und ihre Berechnung (Differential- und Integralrechnung)
"Musikalische" Diagrammatik
Diagrammatische Meßbilder: Oszilloskopie
Diagrammatik des Operativen statt Mediengeschichtsschreibung
Maschinen schreiben: Babbages "Mechanical Notation" und Reuleaux'
Kinematik
Symbolische Maschinen: Logik, Kombinatorik, Kalkül, Algorithmus und Programm
Zeichenspiele und Zeichenmanipulation mit tödlichem Einsatz
Graphische Interfaces: diagrammatische Schnittstellen
Diagrammgebende Medien: Kurvenschriften (Kymograph und Phonographie, Musik- und Filmnotation)
Materialisierte Diagramme: der Schaltplan
Operative Diagrammatik
Mapping
Topologie
Das Diagramm
Von der Kartographie zur Geomatik
Abrupte Anfänge der Telegraphie
Relaisstation Tiflis: Zur Siemensfamilie und der Telegraphenlinie
Telegraphische Signale aus der Vergangenheit
Die telegraphischen Medien der Historie
Die telegraphische (Kommunikations-)Situation
Medienkommunikation vom Kanal her gedacht: Übertragen und Speichern
Morse und Code
Relais und Verstärkung
Der Morse-Code
Telegraphie und Informationstheorie
Briefkasten / Netzanschluß
Vorläufer (Rohr-)Post
Vorläufer Radio
"Geburt" *versus* Archäologie des Internet
Packet-Switching
Hypertext
Netzwissenschaft
Gesellschaft als Schaltkreis
Internet / Fiber Optics
Text-Browser
Online sein
Algorithmen in Transparenz
Digitalisierte Öffentlichkeit
"Internet-Tsunamis"
Die Produktivität der NSA
"Wahlverwandtschaften"? Metaphern, wörtlich genommen von der Medientheorie
Prähistorie des Internet? Wilhelm Ostwald und *Die Brücke*
Vorläufer Radio?
Bush (MEMEX), Nelson (XANADU)

Netzmetaphern
Hat das Netz eine linguistische Struktur?
Netz, Rhizom - eine Metapher?
Netz- als Gesellschaftswissenschaft
Internet / Kontrolle
Netz und Archiv
Netzstruktur der Bilder
Am Ende: das Möbius-Band technischer Metaphern
"Intelligente" Strom-Netze
Schaltnetze
"Cloud computing" und "soziale Medien" als Herausforderungen an die Medienarchäologie
Zeit-Schalter ("statt Timeline") zum Internet

Was heißt eigentlich "analog"?

- vordergründig "ent-sprechend"; § 18 "Dem Logos entsprechen", in: David Espinet, Phänomenologie des Hörens. Eine Untersuchung im Ausgang von Martin Heidegger, Tübingen (Mohr Siebeck) 2009, 182-186.

Subbuchstäblich artikuliert sich diese Ent-Sprechung im hörbaren Bereich, oder im übertragenen Sinne des Sonischen: resonant; Mitschwingen aber unterscheidet sich vom komplexeren Begriff, der sich im Analogcomputer artikuliert: eine analytische Entsprechung, d. h. ein gleichursprüngliches Verhalten von Maschine und physikalischem Phänomen hinsichtlich des gemeinsamen Nenners der mathematischen Deutung

- liegt Blickpunkt nicht auf Analogien zwischen Rechnern und Physik, sondern in einer "triadischen" Beziehung (um hier einen Begriff aufzugreifen, durch den sich die operative, also computernahe Semiotik von Charles S. Peirce und die "Sigmatik" von Georg Klaus gegenüber der klassischen Semiotik unterscheidet): Analogien hinsichtlich eines gemeinsamen Dritten, nämlich der mathematischen Modellbildung, die hier eine Funktion hat wie der "mittlere Term" in einem Syllogismus

- "analog" nicht "homolog"; Georg Klaus über Isomorphie

Zelluläre Automaten

- zelluläre Automaten: Wiedereinkehr des Analogcomputers als mathematisches Denkmodell im Digitalcomputer; vermag das Numerisch-Digitale kontinuierliche Prozesse nachzubilden - etwa zelluläre Automaten; eröffnet sich die Kluft zwischen dem Realen in seiner Kontingenz und der symbolischen Ordnung (der ganzzahlig rechnenden Maschine). Gelebte Gegenwart: inmitten des kulturellen Bemühens um symbolische Ordnung die fortwährende Provokation durch Zufall, Rauschen, Unordnung, stochastische Ereignisse - das potentielle Vetorecht der Realität, die jederzeit in geordnetes Gegenwarts(er)leben einzubrechen vermag. Demgegenüber scheint Vergangenheit das, was als Gedächtnis in Ordnung

ist: das Archiv. Zwar kann nicht nachträglich die vergangene Gegenwart verändert werden; aus dem Archiv aber vermögen unerwartet Nachrichten an die Gegenwart zu gelangen, die deren symbolische Ordnung zumindest irritiert

A/D-Verhältnisse

- langsam gespannt, dehnt sich Gummi(schnur) kontinuierlich, bis zum Moment des abrupten (impulsbildenden) Zerreißens; bildet das Digitale eher den Grenzwert analoger Prozesse; Analogcomputer: Spannungen (Amplituden); im Digitalcomputer: diskrete Impulse

- Kolben der Dampfmaschine; Takt wird durch Schwungrad in gleichmäßige, lineare Drehbewegung verwandelt (und durch den Fliehkraftregler, der Watt/Maxwellschen *governor*, geregelt); Viertaktmotor (PKW). Alternativ dazu: Wankelmotor, nach Prinzip Drehstrommotor: jeweilig phasenverschobene impulsartige Verstärkung des Drehmoments. Dieses Prinzip ist auch in der Clpitts-Schaltung des Schwingungskreises am Werk: Ausgleich des minimalen Energieverlusts, resultierend in einer ungedämpften Schwingung

- Zwischen analog und digital: ein Mechanismus, vergleichbar der Hemmung in der Räderuhr: "Man darf Janssen, der das noch jetzt gebräuchliche Malteserkreuz (ruckweise durch ein sich kontinuierlich drehendes Einzahnrad bewegt) zum Transport der Platte verwendete, als Begründer der modernen Kinematographie ansehen" <Karl Schaum, zitiert hier nach: Zglinicki 1979: 170; gemeint ist "Janssens photographischer Revolver, in dem eine sich drehende lichtempfindliche Platte in rascher Aufeinanderfolge eine Anzahl von nebeneinander befindlichen Momentaufnahmen machte. Die Drehung der Platte vollzog sich mit Hilfe eines Uhrwerkes, das in regelmäßigen Zeitabständen 48 Aufnahmen ermöglichte" <Zglinicki 1979: 170>

- Definition auf Tafel im Norwegischen Technikmuseum, Oslo, Beispiel Telephon: "Analogue signals are sent as electrical variations in resonance with sound. In digital transmission, the numbers 0 and 1 are used to transmit the information."

- Unterschied zur analogen, also kontinuierlichen Signalverarbeitung (etwa Spannungswandel bei allmählich variiertem Beleuchtungswert eines Photowiderstands) ist für digitale Signalverarbeitung der Einsatz eines Schwellwertschalters. Diskret heißt hier: Entscheidung. Der Schwellwert aber ist seinerseits nicht absolut, sondern als extrem verdichtete Überschwingung im kritischen Bereich nie stabil

- A/D-Wandlung geschieht in der Schmitt-Trigger-Schaltung, die bei einem bestimmten Spannungswert ein- oder ausschaltet. *Dazwischen* (im "medialen" Feld des traditionellen altphysikalisch-aristotelischen Sinn von *to metaxy / medium*) herrscht und geschieht Hysterese; genau hier löst sich aber die Welt der binären Informationsverarbeitung (logisch) vom

physikalischen Medienbegriff: "Mit dem Schmitt-Trigger können analoge Werte digitalisiert werden."¹ Das Geheimnis dahinter liegt im Kondensator als Verzögerungsspeicher, der es erlaubt, zwischen logischen Zuständen keinen Kurzschluß, sondern phasenverschobene Verzögerung herzustellen - im Kern der pendelartige "Mechanismus" des Schwingkreises, wo elektrischen und magnetische Ladung gegenseitig in Phase passieren. Die Bedingung des Digitalen ist also ein Schwingungsereignis im Analogen; das kybernetische Oper liegt im Überspringen der gelegentlich so genannten "verbotenen Zone" (zugänglich nur für Tarkowskijs *Stalker*) oder "time of non-reality" (Norbert Wiener auf einer Macy-Konferenz).

- Elektrischer Schwing(ungs)kreis *versus* Kippschaltung: einerseits analoge (stetige) Perioden, andererseits abrupte (digitale) Impulse. Diese Impulse aber können ihrerseits wieder als Modulation von HF-Schwingungen dienen (PCM), wie Internet-Datenverkehr auch über Funk abrufbar ist (mit Text-Browser, also signifikant gerade nicht graphisch)

Gemäß des Sampling-Theorem vermag eine (digitale) Zahl das Ereignis einer periodischen Schwingung vollständig zu erfassen; die Frequenz ist der Kehrwert der Schwingungsdauer T . Damit steht das Numerische (infinitesimal annäherungsweise) in einem ebenso indexikalischen Verhältnis zum physikalischen Schwingungsereignis wie die analoge Schwingungskurve (und ihre kymographischen bzw. phonographischen Aufzeichnungen). Auch im Digital-Indexikalischen bleibt also der Kontakt mit dem physikalischen Zeitereignis erhalten - wenngleich in anderer, diskret-mathematischer Form

- "Mediale" Zwischenstellungen (Dämmerung) im Sinne des physikalischen Medienbegriffs, *to metaxy* kennt die Digital-Technik zwar, schließt sie aber *per definitionem* aus; so werden für die diskreten binären Zustände unter den Bedingungen von Elektrizität keine fest definierten Werte benannt, sondern Phasen und Intervalle benannt, die einen Spielraum dafür bieten, trotz unsicherer Elektrophysik im Realen der Physik - "weil es in der Praxis nicht immer möglich ist, daß nur mit voller Betriebsspannung bzw. mit keiner Spannung gearbeitet wird" <Anleitungsbuch Busch 1988: 17> -, dennoch symbolisch (Schaltalgebra) damit operiert werden kann:

"Werden z. B. Daten über eine längere Leitung übertragen, wirkt diese Leitung wie ein Widerstand und am Ende der Leitung steht nicht mehr die volle Betriebsspannung <...> zur Verfügung. Aus diesem Grunde darf der digitale Schaltzustand 'high' (H oder 1) zwischen $\frac{2}{3}$ und der vollen Betriebsspannung schwanken. <...> Der zweite digitale Schaltzustand 'low' (L oder 0) darf zwischen 0 V und $\frac{1}{3}$ der Betriebsspannung liegen, Liegt die Spannung zwischen diesen beiden Werten <...>, kann eine digitale Schaltung damit nicht arbeiten" <Anleitungsbuch Busch 1988: 17>; an dieser Stelle kommt der Analogrechner zum Einsatz

¹ Anleitungsbuch zum Busch-Experimentiersystem 2188 *Computer-Technik*, Viernheim 1988, 63

"Dieser Bereich gilt als sogenannter 'verbotener Bereich', und es muß durch entsprechende Schaltungstricks sichergestellt sein, daß er sich in der Praxis nicht ergeben kann" <ebd.>. Claude Shannon argumentiert in der zusammenfassenden Veröffentlichungen seiner *Symbolical Logic* von 1938 folgerichtig nicht vom Fall positiver Prozesse, sondern von der Negation her, der *hindrance*, als Sperrung eines Schaltkreises (und deren Aufhebung), wie sich im elektrophysikalischen Bauteilen verdinglichen.

- zum Begriff der "hindrance" bei Shannon gleich zu Beginn Siegert 2003

Schaltungsdiagramme (Schaltpläne) aber lassen diese Übergangszonen gerade nicht sehen, sondern vermitteln auf der Ebene des Symbolischen (die ja *per definitionem* mit diskreten Zeichen operiert) den Eindruck wohlunterscheidbarer Elemente - eine Abstraktion der realen Verwischungen und Verschleifungen.

- "elementare" Operationen: Eingabe (binäre "Daten") von *op-code* durch direkte Schalterumlegung an der Rechenmaschine eine Form des direkten Programmierens

- "Symbole fallen nicht vom Himmel" (Georg Trogemann); aus der Welt kommen Signale, die erst einmal gemessen werden müssen (ein analogtechnischer Akt!), bevor sie dann als Symbole (genauer: in einer symbolisch interpretierbaren elektrischen Form) weiterverarbeitet werden können

- Bedrohung des Digitalen sind Schwingungen. Widerstände (verbunden mit dem Minuspol der Spannungsquelle) sind den Eingängen von Inverter-Bausteinen vorgeschaltet, um sie auf "low" / Null zu halten. *Hindrance* im Vollzug: Würden diese Widerstände fehlen, könnten sich an den Eingängen der nicht verwendeten Gatter u. U. nicht definierte Zustände ergeben, und die Gatter würden beginnen, zu schwingen, d. h. sie würden ständig zwischen den Zuständen low und high hin- und herschwanken. Unter ungünstigen Bedingungen kann idese Schwingen eine andere digitale Schaltung so ungünstig beeinflusens, daß diese nicht mehr einwandfrei funktioniert" <Anleitungsbuch Busch 1988: 19>.

- auf der Interface-Ebene, wo das "Digitale" als Erstes schon in die Analogtechnik einbrach: in Radios, etwa zur Frequenzanzeige des Grundig-Kurzwellenempfängers *Satellit*. Ob nun diskret durch Kombination von 0/1-Werten oder durch analoge Spannungen (im Fall des analogen KW-Empfängers also HF-Sender- und NF-Tonfrequenzspannungen) angesteuert, operiert der Anzeigetreiber diskret (hier werden die Werte zwischengespeichert und so kodiert, daß die Anzeigen auf der diskreten Ebene ihrer 7 Balken angesteuert werden können).

- werden typengleiche Kurzwellen-Radios - auf ein und denselben Sender eingestellt - nie das Gleiche senden, sondern je nach Drift in den individuellen Bauteilen leicht verschiedene Varianten und manueller, also leicht fehlerhafter, eher intuitiver Einstellung des Drehkondensators für die Senderfeinabstimmung. Anders bei digitalem Frequenzempfang:

Punktgenau lassen sich Frequenzen bis auf 1 Hz herunter feineinstellen; es kommt bei zwei typengleichen Digitialempfängern nicht zu Unstetigkeiten zwischen den Ziffern. Und schon gar nicht bei Empfang in Digital Radio Mondiale. Und doch, aller digitalen Glättung zum Trotz: die Ausgabe des Empfangs läuft über analoge Bauteile (Lautsprecher) und unterliegt damit wieder elektrotechnischer Unschärfe - der Welt.

LCD: Digitale Anzeige auf der Basis von Wechselstrom

LCD-Anzeigen werden nicht mit Gleichspannung, sondern mit Wechselspannung betrieben; dazu dienen ICs, die aus Invertern bestehen, welche zu einer astabilen Kippstufe (also Multivibrator) geschaltet sind. Diese erzeugen Schwingungen, welche als Wechselspannung zur Spannungsversorgung der LCD-Anzeige dienen. "Zwischen zwei Glasplatten sind <...> 'Flüssig-Kristalle' eingegossen. Unter den Glasplatten ist eine lichtreflektierende Schicht, die das einfallende Licht so reflektiert, daß die ganze Anzeige hell erscheint. Wird an die Flüssig-Kristalle eine Wechselspannung angelegt, werden sie lichtdurchlässig" <Anleitungsbuch Busch 1988: 29> - ein piezoelektrischer Effekt, der sich prinzipiell (nach Frequenzteilung bis hin zum für menschliche Ohren zugänglichen NF-Spektrum) im tonfähigen Bereich abspielen könnte. Das Liquid Crystal Display erzeugt nicht wie die LED selbst Licht, sondern öffnet oder sperrt eine Reflexion vorhandenen Lichts, vermag also mit minimalster Stromaufnahme (10 Mikro-Ampere) zu operieren. "Die Flüssig-Kristalle sind in der Anzeige so angeordnet, daß die einzelnen Ziffernbalken getrennt angesteuert werden können" <ebd.> - womit die Basis des Digitalen, nämlich diskrete Symbole, ihrerseits auf diskreten Subsymbolen basiert, die ihrerseits aber Sprung-Funktionen (0/1) des Analogen, nämlich von Extremwerten (Spannung/Nicht-Spannung) sind.

Verlust an Kontingenz?

- *Software-defined* Radio (Kurzweille): Sind die Signale einmal digital quantisiert, macht der Rechner keinen Unterschied mehr zwischen *live*-Übertragung und Soundfile aus dem Speicher, denn die Quantisierung der Klänge bedeutet immer schon ein Prozessieren aus/mit dem (Zwischen-)Speicher. So geht die Kontingenz (Welthaftigkeit, Physik) diesseitig verloren (und kommt eher wieder auf Seiten der Computerhardware selbst wieder hinein)

Buchstäblich "digital"

- *the digital* tatsächlich ein Un-Wort und verunklärt eher die kritische Analyse. Schon "digital" als Adjektiv allzu allgemein; gemeint damit zumeist der binäre Rechner. Statt "digitale Medien" (oder gar "Digital Humanities"): algorithmischen Technologien; Nobilitierung eines Adverbs zum Subjektiv grundlegend für Medienwissenschaft, als Aristoteles das "zwischen" (altgriechisch metaxy) substantivisch verwendete als "das

Dazwischen" (to metaxy), was die mittelalterlichen Scholastiker dann mit "medium" übersetzten - eine Spätfolge davon das gleichnamige akademische Fach

- Heidegger, "Parmenides" (in *Holzwege*) über den neuzeitlichen Bezug der Hand zur Schrift: die Schreibmaschine als "Zwischending" (aber noch kein Medium im wohldefinierten Sinn): diskretisierende Tastatur; das "zu"handene Zeug (Heidegger)

Zwischen digitalen Momenten: zeitloses Nichts?

- Siegert 2003: Verallgemeinerung des Funktionsbegriffs seit Euler, der sich gerade mit der Analysis schwingender, dynamischer Systeme von der Anschaulichkeit des Kontinuums ablöst und seit Fourier beliebige Graphen eines zeitlichen Verlaufs aus diskreten Ereignissen und Frequenzanteilen konstruier^{bar} macht - eine Modellierung, kein Emulieren des Seins solcher Prozesse selbst

- Zenon von Eleas Paradox, daß Achilles im Wettrennen die Schildkröte, sofern diese nur am Anfang einen gewissen Vorsprung hat, nie einholt: Produkt eines Denkens in diskreten Meßintervallen, in diskreten Beobachtungswerten, mithin der Chronophotographie (deren Rückbezug zum Tanz mit Marey und Muybridge notorisch ist). Das Gedankenmodell ist die Photoreportage dieses Rennens: "Immer wenn Achilles den Punkt erreicht, an dem die Schildkröte zuvor war, nehmen Sie ein neues Foto auf. Diese Fotogreihe nimmt kein Ende. Angenommen, Sie und Ihr Fotoapparat arbeiten unendlich schnell, dann erhalten Sie eine unendliche Anzahl an Fotos. <...> Achilles wird die Schildkröte nie einholen" <ebd., 41>. Denken wir dergleichen Prozeß aber nicht schrittweise (und diskretisieren ihn nicht chronophotographisch als Effekt des Meßmediums), sondern als konstante Geschwindigkeit Achills, der eben nicht schrittweise seinen Lauf unterbricht, überholt er -trotz einer unendlichen Anzahl von denkbaren Schritten -die Schildkröte <siehe ebd., 24>. Diskret (quantisiert, "gesampelt", getaktet) gegen das Analoge

- Zeit selbst (Pointe Siegert 2003) *sei* nicht mehr, obgleich sie in Begriffen der Bewegung, Oszillation und des Kontinuums doch das transzendente Substrat der Entwicklung abgibt, sondern werde mit Shannon's Implementierung mathematischer Logik in digitale Schaltungen *gegeben* zwischen 0 und 1. Epistemologisch jedoch verbleibt diese These im Rahmen graphischer Repräsentation und mathematischer Konstruktion

- Eigenart der Medien, daß sie erst im Vollzug sich entfalten; "digitale Medien": Mathematik vermag nicht von sich aus Handlung und Veränderung zu *zeitigen*, sofern sie Zeit(prozeß)analyse bleibt. Erst als in die Physik implementierte (Computer als Hardware), also in die Welt, also: in die Zeit gesetzte, vermag sie dramatisch zu werden und damit der Algorithmus als Rechenvorschrift zum "Algorhythmus" (Lizentiatsarbeit

Shintuo Miyazaki) zu werden - auf den Punkt gebracht durch den "run"-Befehl von Software.

Schwierigkeiten bei der Lektüre des Binären

- Schwierigkeit bei Aufzeichnung von Daten auf Festplatte: nicht möglich, Lesekopf dazu zu bringen, Nullen und Einsen direkt zu erkennen. "Folgen mehrere Nullen aufeinander, entsteht das Problem, daß der Lesekopf nicht mehr unterscheiden kann, um wieviele Nullen es sich handelt. Deshalb müssen die Informationen auf einer Festplatte zusätzlich codiert werden. Der Lesekopf liest dann nicht Nullen und Einsen, sondern die Übergänge zwischen den beiden Zuständen Nichtmagnetisiert und Magnetisiert, die sog. Flußwechsel, die einen Spannungsimpuls übermitteln. Es entsteht ein Takt, und damit ein Bezugssystem, das es ermöglicht, eine Folge von Nullen und deren Anzahl zu erkennen. Auf einer Festplatte lassen sich nicht unbegrenzt viele Flußwechsel speichern, deshalb ist es notwendig, Codierungsmöglichkeiten zu finden, die es erlauben, möglichst viele Datenbits mit Hilfe möglichst weniger Flußwechsel darzustellen"

"Das MFM-Verfahren (Modifizierte Frequenz-Modulation) der Datenbit-Codierung umgeht diesen Nachteil der Taktflußwechsel. Der Lesekopf und die Elektronik sind in der Lage, ihren Takt sowohl in einer Folge von Nullen als auch in einer Folge von Einsen zu finden. Immer, wenn es einen Wechsel zwischen einer Null und einer eins gibt, verschiebt sich der Takt der Flußwechsel um eine halbe oder eine ganze Stelle, so daß die Elektronik weiß, daß es einen Wechsel gegeben hat. Mehrere Nullen hintereinander haben also einen Regelmäßigen Takt, und mehrere Einsen auch. Erst, wenn es einen Wechsel gibt, verschiebt sich der Takt und die Elektronik paßt sich dem automatisch an. Vorteil: Es passen mehr Daten auf die Festplatte, weil mit der gleichen Anzahl von Flußwechseln mehr Datenbits verschlüsselt werden können. Zur Codierung werden noch fünf Flußwechsel benötigt."

Analog-digital-Wandlungen (mechanisch)

- Watts Dampfmaschine als analog/digital-Wandler. Thermodynamischer Druck wird in getaktete, diskrete Bewegung / Rhythmus des Kolbens verwandelt (denkbar seit der Hemmung in der Räderuhr); dieser wiederum treibt ein Rad, das durch seinen Schwung Gleichlauf erhält (kontinuierlich). Zwischen dem kontinuierlichen und diskontinuierlichen Teil regelt der Fliehkraftregler als kybernetisches Zwischending (eine medientechnische Funktion)

- 1787 patentiert Thomas Mead (Brit. Pat. Nr. 1628) als Maß der Drehgeschwindigkeit (konkret: von Mühlsteinen) die zentrifugale Bewegung eines rotierenden Pendels; diese wirkt auf das System zurück (Feedback) "und schließt so den Kreis zu einer echten Drehzahlregelung" = Mayr xxx: 97. In der Drehzahl ist Mathematik / Zählung implizit schon am Werk, wie auch die Frequenz in oszillatorischen Schwingungen.

Konsequent vermag dann die mathematisch-algebraische Symbolik den kinetischen Prozeß in symbolische Kinematik zu übersetzen (wie es Charles Babbages "symbolical notation" für seine Analytical Engine leistet, ebenso Caspar Monges symbolische Maschinenteilgrammatik, und Reuleaux' *Theoretische Kinematik*). Die Winkelfunktion - *per definitionem* eine periodische Funktion - vermag den Sinus des (schwingenden) Kreises als Menge der geordneten Paare reeller Zahlen (und damit im kartesischen Koordinatensystem abbildbar) zu beschreiben und damit die harmonische Bewegung (Schwingung) in Symbole(n) zu über- und ersetzen - nur daß eine solche Anschreibung *nicht selbst schwingt*. Graphisch dargestellt ergibt die Winkelfunktion *Sinusfunktion* das notorische Schwingungsbild.² Eine algebraische Gleichung vermag also an die Stelle einer dynamischen Maschine zu treten - aber doch nur im Symbolischen. Denn die Sinusfunktion vermittelt zwar einen Eindruck der Schwingung, vermag aber nicht, es zu tun - der ganze Unterschied zwischen symbolischer (und syllogistischer) "Vermittlung" und einem medientechnischen Akt. Der geometrischen oder analytischen Anschreibung durch Mathematik ermangelt die Dramatik, das Operativwerden medientechnischer Prozesse, die nur in der Welt (in der Physik) zum Zug kommen und tatsächlich einen (akustischen) Ein-Druck erzeugen (ertönen). Die mathematische Aussage bleibt undramatisch wie ein vokalalphabetischer Schauspieltext im Unterschied zum Schauspieler, der ihn verkörpert

- *Operativ* wird Mathematik tatsächlich im numerischen Computer, als Hochzeit von symbolischer Operation und physikalischem Vollzug (beide Seiten des wohldefinierten Medienbegriffs: Logik *plus* Materie)

- analoges Video: elektrophysikalisch nachvollziehbare Bildsignale; wird das Zustandekommen und die Speicherung des Bildes in der digitalen Kamera vollends unanschaulich. Im physikalischen Sinn immer noch Signalbasis (statt Waveform nun Impulsketten), aber nicht mehr Wandlung (*transduction*), sondern Wesensverwandlung (Transsubstantiation im Sampling); kein lineares Verhältnis mehr zwischen Mikrophoneingang und Lautsprechereingang, sondern im Dazwischen eine autonome Welt der diskreten, damit quasi-numerischen, somit mathematisch kalkulierbaren Signalverarbeitung

- wird in Assembler programmiert, leuchtet ein, wie quasi-mechanisch auch die computative digitale, binäre Logik sich vollzieht: schalten mit Schaltern

- Leierkasten: Kontinuierliche Drehbewegung erzeugt pneumatisch Druck, der durch eine informatisierte Physik (gelochte "Bücher") Tonfolgen ergibt, tönende Information; Jacquard-Webstuhl / Babbages Analytical Engine

Was sich der Digitalisierung entzieht

² Dazu Kapitel C10 "Winkelfunktionen", in: Mathematik in Übersichten. Wissensspeicher für die Klassen 8 bis 10, Berlin (Volk und Wissen) 1975, bes. 107-116.

- Physikalisch "analog" erzeugte Klänge (ob instrumental oder elektronisch) und ihre digitalen Samples mögen aufgrund ihrer hohen Quantisierungsrate (Nyquist-Shannon-Theorem) für menschliche Ohren ununterscheidbar sein, "doch bleibt eine unüberbrückbare Differenz zwischen dem analogen und digitalen Klang bestehen. Allerdings liegt diese Differenz nicht <...> in dem Klangphänomen als solchem begründet."³ Die (selbstredend analoge) Welt ist "in ihren Existenzbedingungen nicht vollkommen beschreibbar"; "alles Digitalisieren ist also immer mit Komplexitätsreduktion verbunden" <a.a.O., 135>. Schläbitz behauptet von daher "die grundsätzliche Unaufschreibbarkeit des Analogens" <ebd.>.

- kehrt hier in Begriffen ("beschreibbar") wie in der technomathematischen Praxis etwas wieder ein, was die Analogmedien gerade ausgetrieben hatte: diskrete Alphabete, und zwar als wirklich (wenngleich nun alphanumerische, nicht mehr primär phonetische) Schrift. Die Aufnahme von Musik auf Compact Disc, betont ein Kritiker des Digitalen, ist "keine Abbildung eines Werkes mehr <...>, sondern nur die unvollständige BESCHREIBUNG einer Abbildung! Wer würde eine in tausend Teile zersplitterte und anschließend zusammengeklebte Ming-Vase kaufen?" = J. Brüning, unter <http://www.funktstunde.com/de/zeitkultur/analog-digital>; Zugriff 5. März 2010. Genau dies leistet Sampling für akustische und optische Signale, und die in Scherben oder gar Mosaiksteine zersplitterte Ming-Vase ist die Erscheinung des hochdefinierten Bildes auf der Basis hochverdichteter Pixel.

- Vergleichbar ist diese Lage mit der Differenz von Analogcomputer und Digitalcomputer: Hier wird einmal mit der Physis selbst gerechnet, das anderemal symbolisch, mit der Information - zwei differente Formen von Mathematik, die uralte Unaufgelöstheit von Ereignis in der Welt und im Symbolischen (nur scheinbar quantentheoretisch aufgehoben in der Sprunghaftigkeit von Energie-Niveaus, gegen die sich Leibniz und Einstein so wehrten).

- lächerlicher Versuch, Glissandi, die von Streichern - etwa in Wagner-Opern - kontinuierlich erzeugt werden, auf einem Tasteninstrument (Orgel, Klavier) durch das *tremulo* nachzuahmen; dem menschlichen hochfeinen Zeitauflösungs-Gehör ist die Treppenstufigkeit nicht zu verbergen, da die Abtastrate noch diskrete Impulse verrät. Franz Liszt kombiniert im Klavierkonzert Nr. 2 die Stärken beider Spielarten. Tatsächlich handelt es sich dabei um ein diskretisierendes *sampling* des stetigen Signals; Pulsweiten- bzw. -dauermodulation in der Signalabtastung. Allerdings ist der scheinbar stufenlos gleitende Streicherton selbst immer schon ein Schwingungsereignis zu jedem diskreten Zeitpunkt (Zenons Pfeilparadox), und als solches in Frequenzen diskret faßbar / annäherbar, infinitesimal.

³ Norbert Schläbitz, Der diskrete Charme der Neuen Medien. Digitale Musik im medientheoretischen Kontext und deren musikpädagogische Wertung, Augsburg (Wißner) 1997, 134

- Symbolische Musiknotation verwandelt jedes Glissando in diskrete Schritte und mechanisiert / konditioniert damit auch den Klavierspieler. Ihm bleibt lediglich als "Spielraum" eine Pulsweitenmodulation und die Dynamik des Anschlags als Spielraum der Interpretation - anders als der Spieler der einsaitigen Gusle, dessen Saitenspiel - unnotiert - immer unabdingbar individuell bleibt innerhalb grob vorformulierter servomotorischer oder melodischer Grenzen.

Metaphysik des Kontinuierlichen? (Leibniz, Euler, u. a.)

- Eulers *Dissertatio physica de sono* (1727); nimmt akustische Untersuchungen erst zur Jahrhundertmitte wieder auf. Grund für Verzögerung nennt seine Abhandlung *De la propagation du son*: "Das allgemeine Kontinuitätsgesetz, das Leibniz am schärfsten formuliert im im Gesetz der prästabilierten Harmonie verankert hatte, besagt, daß zwei Vorgänge, die ein Stück weit einander gleich sind, notwendig im ganzen Verlauf übereinstimmen müssen. "Man betrachte nun bei der Entstehung einer Schallwelle eine Partikel der Luft: Vor der Erregung ist ihre Verrückung 0 und nach einiger Zeit wird sie wieder 0 sein; in der Zwischenzeit findet die Abweichung statt. Der Zustand völliger Ruhe stimmt mit diesem Fall ganz überein, bis auf das Zeitintervall, in dem die Welle hindurchgeht" = Rudio 1926: XXIII

- Medienwissenschaft auf dem Niveau einer deutschen Prinzessin: "Die Empfindungen <...> bey einem einzelnen musikalischen Tone kann man mit einer Reihe gleichweit von einander entfernter Punkte vergleichen. Wenn die Zwischenräume zwischen diesen Punkten größer oder kleiner sind, so wird der Ton, der dadurch vorstestellt wird, höher oder tiefer seyn. Es ist auch ganz unstreitig die Empfindung bey einem einzelnen Tone dem Anblick einer solcher Reihe von gleichentfernten Punkten ähnlich oder analogisch; und man kann also durch diese Mittel den Augen eben die Sache vorstellen, die die Ohren empfinden, wenn sie einen Ton hören. Wenn die Entfernungen der Punkte nicht gleich und die Punkte unordentlich nebeneinander gesetzt wären: so würde das die Vorstellung eines verwirrten und übellautenden Geräusches seyn" = Leonard Euler, Briefe an eine deutsche Prinzessin über verschiedene Gegenstände aus der Physik und Philosophie, Leipzig 1769 (1. u. 2. Teil) sowie St. Petersburg 1773 (3. Teil)], Braunschweig (Vieweg) 1986, Erster Teil, Vierter Brief, 8 (29. April 1760); Norbert Wieners Zeitreihenanalyse

- Anderer Zugang Lagrange 1759; Euler antwortet darauf mit der Einführung der "diskontinuierlichen" Funktion, um damit das Phänomen der Fortpflanzung des Schalls zu erklären; zunächst anhand des eindimensionalen Falls (die Saite), die Fortpflanzung des Schalles längs einer geraden Linie. Leonard Euler, *Continuation des recherches sur la propagation du son* (operiert mit willkürlichen Funktionen). Fourier weist nach, daß auch "diskontinuierliche" Funktionen durch analytische Ausdrücke dargestellt werden können. "Hiermit erst war das Kontinuitätsgesetz endgültig überwunden"; Euler auf einem Schritt dahin

= Leonardi Euleri Opera omnia, hg. v. Ferdinand Rudio et al., III. Serie (Opera Physica), Bd. 1, Leipzig / Berlin (Teubner) 1926, Vorwort, XXIV

- Bis zu einer unteren Schwelle vermag das Bewußtsein getrennte Schalleindrücke wahrzunehmen; scheinbar leere Zeit zwischen einem Taktschlag zum anderen (Intervall) wird von der Empfindung aufgefüllt (Versuchsreihen Wundt), durch Phasenverschiebung zwischen Empfindung und akustischer Einwirkung (Verschleifung).

- das "Kontinuierliche" eine Metaphysik des Diskreten? Die Stetigkeit und Unendlichkeit des geometrischen Raums "in keiner Weise in den räumlichen Empfindungen bereits *gegeben*, sondern beruhen auf ideellen Ergänzungen, die wir an ihnen vornehmen. Der Schein, als sei die Stetigkeit des Raumes eine sinnlich-phänomenale Eigenschaft, ist durch die tiefere mathematische Analyse des Kontinuums, die durch die moderne Mannigfaltigkeitslehre durchgeführt worden ist, endgültig beseitigt worden. Der Begriff des Kontinuums, den der Mathematiker voraussetzt <...>, ist aus jenem <...> keine noch so scharfe sinnliche Unterscheidungskraft vermöchte noch irgendwelche Verschiedenheiten zwischen einer stetigen und einer diskreten Mannigfaltigkeit zu entdecken, sofern die Elemente der letzteren 'überall dicht' liegen, d. h. zwischen je zwei beliebig nahen Gliedern sich immer noch ein Glied angeben läßt, das der Menge selbst angehört" = Ernst Cassirer, Substanzbegriff und Funktionsbegriff. Untersuchungen über die Grundfragen der Erkenntniskritik, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1980 = Reprografischer Nachdruck der 1. Aufl. Berlin 1910, 139

Sich dem Kontinuierlichen diskontinuierlich nähern

- Begriffe "variabel, stufenlos, stetig, kontinuierlich, analog" sind plausibler unter "nicht-binär" zu fassen; begründet Müller: "Wegen der quantenhaften Feinstruktur aller physikalischen Erscheinungen sind Kontinua mit unendlich vielen unterscheidbaren Zuständen nicht möglich. [...] Ebenso ist eine durch Messung einer physikalischen Größe gewonnene Aussage quantisiert insofern, als das Meßergebnis nur ein ganzzahliges Vielfaches der kleinsten Einheit des zur Messung verwendeten Maßstabes sein kann. So ist beispielsweise eine mit einer elektischen Bahnhofsuhr gemessene Zeitspanne eine nichtbinäre Größe mit $N = 60$, wenn der Minutenzeiger nach jeder Minute um eine Einheit vorrückt und damit die kleinste Maßeinheit festlegt" = P. Müller, Speicher für nichtbinäre Signale, in: Helmar Frank (Hg.), Kybernetische Maschinen, xxx 1964, 151 ff. (151)

- Gegenstück zu nicht-binären Speicherlementen der Rückkopplungsspeicher, insofern er - realisiert als Flipflop-Schaltung - (nur, oder gerade) zweier stabiler Zustände fähig ist = ebd., 153

- Nicht-diskursiven Ereignissen, etwa den Schlieren einer trägen Flüssigkeit, vermag sich der kalkulierende Mediengeist auf zwei Wegen zu nähern: einerseits mit der Methode von Analogcomputern, d. h. durch

analoge Modellierung der infinitesimalen Mathematik solcher Prozesse, oder radikal diskret, symbolrechnerisch: die Welt der Fraktale, *computable*.

- Schlüssel zur Meisterung des Natürlichen (Stetigen, Kontinuierlichen, Dynamischen) mit Mitteln der diskreten Mathematik ist seit Leibniz und Newton die Infinitesimalrechnung, speziell: die Differentialrechnung. Sie erzeugt verblüffende Analogien, etwa die zwischen einer freien mechanischen Schwingung und dem Verhalten eines elektrischen Schwingkreises. Lenin exzerpierte Ludwig Boltzmann wie folgt: "Die Einheit der Natur zeigt sich in der 'überraschenden Analogie' der Differentialgleichungen auf den verschiedenen Erscheinungsgebieten. 'Dieselben Gleichungen können als Auflösung eines Problems der Hydrodynamik und der Potentialtheorie betrachtet werden. Die Theorie der Flüssigkeitswirbel zeigt die überraschendste Analogie mit der des Elektromagnetismus.'"⁴ Dementsprechend wurde von Thomson (Lord Kelvin) die Ur-Form des Analogrechners zur Gezeitenberechnung entwickelt.

"In der reinen Mathematik werden die Differentialgleichungen ohne jede stoffbezogene Interpretation behandelt" = zitiert ebd.; damit gar gleichgültig, ob $y(t)$ als Zeitfunktion verstanden wird. Insofern sind Differentialgleichungen Modelle von Welt, Annäherungen an Welt, aber nicht ihr Wesen. Shannon verkehrt Boltzmanns Integralzeichen (in der Formulierung von Entropie) in ein Summenzeichen und markiert damit die Umschaltung auf diskrete Rechnung: Norbert Wiener, Bemerkung über Shannon, in: *Mathematik, mein Leben*

- reale Zeitverhältnis mitverkörpern, d. h. physikalische Stetigkeit mit einzubeziehen, was sich nicht vorschnell auf Boolesche Logik (und Shannons entsprechende Schaltalgebra) herunterformulieren läßt. Petri-Netze dienen solcher Modellierung und Analyse, sind aber nicht zeitbehaftet: ihr Defizit ist die Temporalität; kybernetische Lösung dafür: künstliche Zeitverzögerungen einzubauen (*delay lines*), die damit die Entscheidbarkeit opfern; Modellierung physikalischer Eigenschaft durch *fuzzy logic*

Grenzwertig: Fourier

- das Digitale = Grenzfall des analogen Signals (wenn es zum Rechteck kippt, fast sprunghaft); andererseits aber ist das Analoge auch der Grenzfall des Digitalen, aus der Sicht des Verfahrens der Infinitesimalrechnung (Annäherung in diskreten Intervallen an das Unendliche)

- Stoßwellen. "Die Gestalt der Welle bleibt nicht mehr sinusförmig, sondern nähert sich der Sägezahnform. Es treten Fronten auf, in denen sich der Druck <...> abrupt ändert" <Gerthsen 9.1966: 123>

⁴ Zitiert nach: R. Thiel, *Quantität oder Begriff*, Berlin (Dt. Verlag d. Wiss.) 1967, 329

- Fourier faßt wellenphysikalische Phänomene, "doch tatsächlich war die Entwicklung zum zeit- und wertdiskret arbeitenden Medium Computer bereits mit der Einführung der un stetigen Funktionen in die Mathematik angelegt: Bekanntlich stellen diskrete, periodisch getatete Sprünge das grundlegende Funktionsprinzip eines jeden Digitalcomputes dar. Hatte also seinerzeit noch vor allem Fouriers Behauptung für Aufruhr gesorgt, dass sich auch sprunghafte Funktionen wie Rechteckwellen mit Hilfe von kontinuierlichen Schwingungen approximieren <!> lassen, so spielen nun genau diese Rechteckwellen in elektronischen Binärrechnern eine große Rolle, da sich in ihnen zum einen bequem zwei diskrete Werte *in der Zeit kodieren lassen (0/1)* <Kursivierung W. E.> und sie zum anderen auch als Synchronisationspulse eingesetzt werden können."⁵

- Kodierung eine willkürliche (kognitive) Zuordnung von Signalen zu einem Alphabet aus Symbolen; jedes Symbol selbst ein materielles Signal. Gesprochene Sprache durch Spektrographie nicht wirklich als diskrete Verlautbarung lesbar (das Scheitern von "visible speech", schon bei Léon-Scott de Martinvilles Phonautogrammen); Bertil Mambergs, *Structural Linguistics und Human Communication*, 1963: signifikant nicht die tatsächlichen akustischen Laute, sondern die *kognitive* Sprach-Empfindung (Argument von Helmholtz); Morse-Code: Stromimpulse erst aus zeitkritischer Distanz hinreichend differenzier- und standardisierbar; in Zeitdehnung oder unter Vergrößerungslupe betrachtet, verliert sich die Unterstellung der Signale als Information; die "time of non-reality" zwischen binären Zuständen (Wiener) ist eine relative. "Information is a difference that makes a difference" = Gregory Bateson, *Steps to an Ecology of Mind*, University of Chicago Press 1999 [1971], 459, eben nicht aus sich (auf Papier nebeneinander notiert), sondern erst durch eine diagrammatische Inbezug- / Invollzugsetzung (*computing*).

- Rolle der Elektronenröhre, einmal im Einsatz als Analogteil, dann im Computer als Digitalteil, selbst kontinuierlich, aber binäre schaltbar / steuerbar (kybernetisch)

- Baron Cagniard de la Tours technische Sirene, erfunden 1819 auf der Grundlage von Fouriers Theoremen: Zerlegung von Schwingungsvorgängen in diskrete Impulse

- Spektrogramm einer Rechteckwelle; Fourier legte nahe, "dass die mit ihrer Hülfe abgeleiteten Formeln sich besonders zu numerischen Anwendungen eignen" <Analytische Theorie der Wärme, 451>; schon die Zerlegung scheinbar kontinuierlicher Schwingungsverläufe in einzelne Koeffizienten stellt eine Diskretisierung dar, eine Analyse, vor dem Hintergrund der antiken Kulturtechnik Alphabet (McLuhan / Mumford)

⁵ Martin Donner, *Medienepistemologische Konsequenzen der Fourier-Analyse* (Humboldt-Universität zu Berlin, Seminar für Medienwissenschaft, Hausarbeit 2006), TS 11; *online* unter xxx

- diskrete Fourier-Transformation erlaubt die Fläche unter einer Kurve allein mit Hilfe der eingestzten diskreten (Abtast-)Werte zu finden, "vorausgesetzt diese sind äquidistant d. h. in immer gleichen zeitlichen Abstände $\langle \Delta t \rangle$ gemessen" = Donner 2006: Anm. 64 - eine zeitkritische Eskalation von Leibniz' Infinitesimalrechnung

Zahl und Fluß (Reelle Zahlen)

- "diskret" bedeutet Zahlenwerte, die durch endliche Intervalle voneinander getrennt stehen und, in einzelne Punkte zerfallend, abzählbar sind = Claudia Giannetti, *Ästhetik des Digitalen. Ein intermediärer Beitrag zu Wissenschaft, Medien- und Kunstsystemen*, Wien / New York (Springer) 2004, 24

- arithmetische Operationen mit ganzen Zahlen = korrekte Resultate (sofern sie nicht im Überfließbereich liegen); anders Rechnen mit reellen Zahlen, wo "selbst jedes noch so kleine Intervall der reellen Zahlenachse unendlich viele Werte enthält; die reellen Zahlen (wie "Pi") bilden ein *Continuum*. Der Wertebereich 'real' stellt nun eine endliche Menge von *Repräsentationen* von Intervallen des Continuum dar, welches dadurch diskretisiert wird." Gerechnet wird nicht mehr in der Zahl x , sondern mit dem Repräsentanten x des Intervalls, in dem sich x befindet - Cantors Lösung der Mengenlehre, eine Abstraktion von der konkreten Zahl. Damit dürfen nur noch angenöhert richtige Werte erwartet werden. Prozesse, die Daten vom Typ "real" verarbeiten, heißen numerisch. "Numerisch" bedeutet also $\langle \dots \rangle$ 'nicht exakt' $\langle xxx, 54 \rangle$.

- Überabzählbarkeit: "Even a continuous dynamical system, such as the motion of several mass points in a potential field is 'solved' in practice by approximating the values of the continuous variables over a discrete mesh, and representing the mesh behavior by an automaton" = Pattee 1974: 130

- zu Annette Bitsch, *Diskrete Gespenster*: epistemologischer Nadelstich, die das Werk durchzieht, ist das Scheitern der diskreten Maschine an den reellen Zahlen; eine der spannendsten und gleichzeitig kritischsten Fragen. Turing sieht gleich im ersten Satz von 1936 offenbar doch eine (eingeschränkte) Möglichkeit: Die berechenbaren Zahlen sind ihm "diejenigen reellen Zahlen, deren Dezimalausdrücke mit endlichen Mitteln errechnet werden können", und dehnt dies sogleich auch auf die berechenbaren Funktionen aus; ganz konkret sieht er als TM-berechenbar auch jene brisanten Zahlenklassen, welche "die reellen Anteile aller algebraischen Zahlen", und ebenso die Zahlen π und e . So ist dieses Reich der berechenbaren Zahlen der Klasse der reellen Zahlen nahezu gleichwertig, aber "gleichwohl abzählbar". Alonzo Church nennt dies fast zeitgleich "effektive Rechenbarkeit". Kittler in "Farben und/oder Maschinen denken": TM - versehen mit entsprechenden A/D-Wandlern - vermag auf jene Aspekte von Natur zu referieren, "die dem Körper der reellen Zahlen vermutlich entspricht". Verhältnis von reellen Zahlen und diskretem Computer nach wie vor unentschieden - als ob sich hier, ganz unvermutet,

erneut die Frage nach dem Analogcomputer gerade im Digitalen stellt

Kontinuierlich / diskontinuierlich

- wenn Signale und Systeme mit kontinuierlichen Werten beschrieben werden können: Analogtechnik; demgegenüber Digitaltechnik, in der Signale in endlicher Form (Algorithmen) mittels natürlichen Zahlen beschrieben

- Dichtotomie kontinuierlicher *versus* diskreter Zeit = eine Funktion ihrer mathematischen Zählung. Mathematisch gesehen liegt den Anwendungen von Kreisfunktionen (Cos/Sinus, Fourieranalyse, Harmonische Analyse, Spektralanalyse) ein System der Reellen Zahlen zugrunde

- in *The Problems of Continuity Theory* (1913), Shchukarev suggested the creation of a new "differential" logic. He analyzed the contradiction of the discreteness of common logic and the permanence (continuity) of our physical environment, thus raising a crucial point which modern cybernetic had to deal with later on; zur Differenz "discreteness versus continuity": G. Birkhoff, *Mathematics and psychology*, Moskau 1977

Sampling und Quantisieren

- Erfassung von Welt durch ein Alphabet (im symboltechnischen Sinne) in zwei Schüben: einmal durch die (phonetische) Alphabetschrift, und dann durch die elektronische A/D-Wandlung. Bei dieser Wandlung bleibt die Gestalt im Wesentlichen erhalten; es handelt sich also nicht um eine ontologische Differenz.

- Verhältnis der getakteten Uhrzeit zur unterstellten (gemessenen) "Zeit"; der diskrete Meßakt ist die direkteste Verwirklichung und Mechanisierung der Zeitdefinition durch Aristoteles: Maßzahl der Bewegung gemäß "früher" und "später".

- intransitive Annäherung an das Transitive: "Kontinuierliche Signale kann man im Digitalrechner im Gegensatz zum Analogrechner nicht unmittelbar verarbeiten. Deshalb werden die Analoggrößen vorwiegend durch periodische Impulse abgetastet. Die Probenwerte werden mit einem Analog-Digitalwandler digitalisiert und können dann im Speicher des Digitalrechners <...> abgelegt werden" = Wolfgang Meiling, *Digitalrechner in der elektronischen Meßtechnik I: Meßmethodik*, Berlin (Akademie-Verlag) 1987, 71

- wenn die Samplingrate (etwa die Quantisierung eines Sinustons) bis auf das Plancksche Wirkungsquantum des zugrundeliegenden (Klang-)Ereignisses hochgesetzt wird und schließlich mit dem diskreten Quantensprung selbst korrespondiert, Konvergenz von "analog" und "digital"

- Wenn nun DSP das "Analoge" der Welt im Digitalen zu emulieren vermag: Simulation des Kontinuierlichen ("als ob") oder Emulation (weil das scheinbar Stetige quantenmechanisch selbst aus Sprüngen besteht, Leibniz und Einstein zum Trotz)?

- mit dem Sampling-Theorem ist das Analoge - im Sinne von Hegels Dialektik - *aufgehoben* im Digitalen. "Das Sampling ist noch im Analogen verhaftet, weil es die Ordnung der Schwingung im Diskreten beibehält."⁶

- Phonograph und Grammophon machen die menschliche Stimme erstmals nicht mehr nur im Symbolischen (Vokalalphabet), sondern im Realen schreibbar - das Indexikalische der analogen Medien. Demgegenüber operieren digitale Medien im Reellen, d. h. im Reich der quasi-kontinuierlichen Zahlen, mit denen (für menschliche Sinne) der Eindruck des Realen (der Stimme etwa) selbst simuliert werden kann, in purer Rechnung (Sampling-Theorem).

Das Sampling-Theorem

- Sampling-Theorem besagt, daß tatsächlich aus den digitalen Daten das analoge Signal wieder (verlustfrei) rekonstruiert werden kann (bei stetigen Funktionen), sofern das Signal einen Grenzwert hat (etwa 40.000 / 80.000 Hz). Kann beliebig angenähert werden. Keine Frage der menschlichen Physiologie (des Ohres etwa)

- Differenz zwischen Abtastfrequenz (in der Zeit) und Quantisierung (in der "Tiefe") im Bereich geringer Signalpegel; damit verbundenes Klirren, Dynamikeinbuße; Dirk Brauner, Gedanken über die Zukunft einer Achtzigjährigen. Röhrentechnik heute, in: StudioMagazin 3, Dezember 1995, 22

- Signale, einmal zeitlich quantisiert, werden als diskontinuierliche bezeichnet; fehlt die Quantisierung, als kontinuierlich. Ist der Informationsparameter nicht quantisiert, handelt es sich um analoge Signale, bei Quantisierung dagegen um diskrete Signale, die bei Zuordnung zu einem vereinbarten Alphabet (Wortzuordnung) als digital bezeichnet werden, ohne diese Zuordnung als Mehrpunktsignale. Können diskrete Signale nur zwei Werte annehmen, heißen sie binäre Signale" = Günter Tembrock, Grundlagen des Tierverhaltens, Berlin (Akademie) 1977, 56

- Quantisierungsrauschen = das kybernetische Opfer von technischem *sampling*. Digitale Artefakte, die Stufigkeit digitaler Signalverläufe (besonders im Bild sichtbar); um sie zu egalisieren, werden spezielle Glättungs-, Interpolations- und Filteralgorithmen eingesetzt, "die das digitale Signal `analogisieren´ sollen, jedoch im Falle von Reproduktionen

⁶ Jörg Pflüger, Wo die Quantität in Qualität umschlägt, in: Martin Warnke u. a. (Hg.), Hyperkult II. Zur Ortsbestimmung analoger und digitaler Medien, Bielefeld 2005, 27-94 (57)

analoger Signale nur scheinbar zu deren identischen Reproduktionen führen" = Martin Donner HA 2006, Anm. 103

Analogiebildungen

- Unterbrechung (Schalter) macht aus Stromfluß / Spannung ein diskretes Ereignis / eine symbolische Maschine

- Patentschrift Robert von Liebens zum "Kathodenrelais", eingereicht am 4. März 1906 beim Kaiserlichen Patentamt des deutschen Reiches, nennt als Zweck der Erfindung, "mittels Stromschwankungen kleiner Energie solche von großer Energie auszulösen, wobei die Frequenz und Kurvenform der ausgelösten Stromschwankungen denen der auslösenden entsprechen."⁷ Diese Entsprechung keine logisch-statische, sondern eine ihrerseits dynamische: vielmehr Resonanz zwischen Schwingungen

- *analog* meint zunächst die Linearität in der Übertragung

- Begriffsgeschichte der "Analogie": Ursprünglich im mathematischen Bereich angesiedelt; dient der Konstruktion von Ordnungsverhältnissen; zum Beispiel der Abstand zwischen 8 und 2 durch die (geometrische vielmehr denn numerische) Bildung einer Mitte überbrückt ($8:4 = 4:2$) = operative Diagrammatik bei Archytas von Tarent

- proportionaler Analogiebegriff auf einen dynamisch-zeitbezogenen ausdehnen (Ordnungsverhältnisse in der Zeit = "Musik", "Drama")

- Analogie heißt nicht notwendig kontinuierlich; auch numerisch. "analogie nenne ich es, wo das zweite sich zum ersten verhält wie das vierte zum dritten" <= Aristoteles?; entweder begrifflich formuliert ("Abend als Alter des Tages" / "Alter als Abend des Lebends"); *algebraisch* formuliert etwa $a:b = c:d$

- bei Aristoteles eine methodische Anwendung der Analogie in nicht-mathematischen Zusammenhängen, so zum Beispiel im sozialen Verhältnis, wenn zwei Personen ihre Bezüge 'gerechterweise' ausgeteilt bekommen sollen. Die Mitte ist aber für Aristoteles nicht im Sinne einer dreigliedrigen, sondern einer viergliedrigen Proportion zu verstehen. Die Analogie wird zur Methode für die Metaphernbildung auf der sprachlichen Ebene, wenn zum Beispiel etwas von einer Gattung in die andere 'übertragen' wird: Was dem Vogel der Flügel, ist dem Fisch die Flosse, lautet das von Kluxen zitierte Beispiel des Aristoteles. Dadurch schafft die Analogie eine besondere Form von Einheit, die kategoriale Unterschiede zuläßt. Wir haben mit *einem* Sachverhalt im analogischen Sinne zu tun. Diese Form von Einheit ist, gegenüber der Einheit nach Zahl, Art und Gattung, die weiteste nach Aristoteles (Met. V, 6, 1016 b 29-1017 a 2). Wenn für derlei analogisch Gemeinsames *eine* Bezeichnung vorliegt, dann

⁷ Hier zitiert nach <http://www.heise.de/newsticker/100-Jahre-Verstaerkerroehre--/meldung/70347>; Zugriff März 2008

ist das nicht willkürlich. Zugleich handelt es sich aber nicht um eine Übergattung, sondern die Analogie "schafft eher konkrete Verbindungen *quer* zu den Kategorien" = Kluxen, W.: Artikel "Analogie", in: Ritter, J. Hrsg.: Historisches Wörterbuch der Philosophie. Darmstadt 1971, Bd. 1, 217

„Analog“ in der Welt sein

- "analog" = wo eine Spannung anliegt, wie bei analoger Modulation Radiofrequenzen

- "analoge" elektronische Medien operieren als zweite Natur, sprich: *in* der Welt mit Mitteln der Welt (Physik), aber eben auf der mikrophysikalischen Ebene (im Unterschied zur Kultur der Maschinen und Technik, mit thermischen Energiewandlungen etwa operierend, mechanisch)

- digitale Medien: Wie das diskrete Vokalalphabet die Sprache moduliert, tatsächlich aber mechanisiert, vermag der Computer zwar Physik zu modellieren (DSP - Digital Signal Processing), aber ob die dazu verwendeten mathematischen Werkzeuge *in* der Welt sind oder nur deren theoretisches Modell, bleibt streitig (ein *Widerstreit* in diesem Sinne) - gegen den mathematischen Logozentrismus namens Pythagoras, dem in seiner Kosmos-Fixierung gerade am Fall der schwingenden Monochord-Saite der Zeitbezug (also das Dynamisch-Prozessuale) des in-der-Welt-Seins entgeht. Hier kommt Derridas Insistenz auf der *différance* zu ihrem medientheoretischen wie -prozessualen Recht / Rechtsvollzug.

- (vokalalphabetische / phonetische) Artikulation (*versus* Schwingung) als hoch ausdifferenzierte Stimme (Sprache im Unterschied zur Musik); Unterschied eines alphabetischen Texts (Codes) zu diskreter Gestik / stetiger Bewegung. Und doch ist die Artikulation (mit Fourier) nichts als der Grenzwert von Schwingungen. Norbert Wiener berechnet aus gesampelten, also quantisierten Werten einer willkürlichen Kurve den wahrscheinlichen Zukunftsverlauf (*linear prediction*).

- äquivalent zur linguistischen Artikulation ist der Schnitt in der Kinematographie (Abgliederung). Der Schnitt aber greift in die Zeit des Films ein, induktiv; *tx-transform*; Installation xxx auf Ars Electronica 2006: Filmszene auf Touchscreen; beipunktuelle Berührung verformt sich dieser Ausschnitt der laufenden Szene zeiträumlich, differential

"Digital" in der Welt sein

- Steuerung analoger elektrophysikalischer Medien ist eine transitive, der Eingriff in Stellwerte der diversen Bauteile selbst; dies gilt ebenso für den Analogcomputer (etwa das Rechnen mit Potentiometer). Demgegenüber ist der operative Bezug zum Digitalcomputer ein symbolischer, Symbolmanipulation durch Eingabe von Programmen und anderen Werten auf der diskreten Tastatur, eher Schrift denn Ingenieursarbeit: ein intransitiver Bezug auf der Ebene des Human-Computer-Interface.

- Als Alternative zum elektro-mechanischen Relais eingesetzt (digitaler Schalter, Kippschaltung), zählt an der Elektronenröhre nicht mehr ihr Innenleben, sondern nur noch die entscheidende Nachricht, die nach außen dingt (0/1). Auf dieser Informationsstufe "zählen" auch Makrowelten, etwa das Hotel Park Inn am Alexanderplatz, Berlin, in der Abenddämmerung und am Abend, wenn Lichter an den Zimmerfenstern erleuchten oder eben verlöschen. Mit etwas Geduld betrachtet, gibt sich die Hotelfassade damit als Pixelbild, als Matrix mit Aus/Ein-Informationen (über den Schlaf- oder Wachzustand der Gäste). Unterhalb dieser entscheidungskritischen Information mögen sich in den Einzelzimmern individuelle Dramen abspielen, die aber subkritisch bleiben gegenüber dieser Information nach außen. Im Sinne von McLuhans *Understanding Media* gilt auch hier, daß Licht (intern) als energetische Leuchtquelle, andererseits jedoch auch (extern) als Information gesehen/entziffert werden kann. Digitales Muster und Wahrscheinlichkeitsverteilung von Wachenden / Schlafenden, im Zeitraffer verdichtet zu Zeitbildpunktzeilen.

Zwischen analog und digital

- "Every digital device is really an analogical device which distinguishes region of attraction rather than by a direct measurement. In other words, a certain time on non-reality pushed far enough will make any device digital" = Wortmeldung Norbert Wiener, im Rahmen der Diskussion "Possible Mechanism of Recall and Recognition" (Macy-Konferenz 1949), in: *Cybernetics / Kybernetik. The Macy-Conferences 1946-1953, Bd. 1: Transactions / Protokolle*, hg. v. Claus Pias, Zürich / Berlin (diaphanes) 2003, 122-159 (158). Wiener betont, daß der Unterschied zwischen analog und digital "not sharp" ist - also selbst eher analog, kontinuierlich (stetig) denn digital (abrupt)? "I could get devices intermediate between digital and numerical devices. The important thing of the digital device is the use of non-linearity in order to amplify the distinction between fields of attraction and that can be done to a greater or lesser degree. <...> I think it is necessary to consider the physics of digital devices" = ebd., 159

- G. E. Hutchinson definiert im Diskussionszusammenhang, was "analoge" von "digitalen" Maschinen unterscheidet, den Begriff *analogical* folgendermaßen: als "the difference between the natural and real numbers"⁸ und verweist damit ausdrücklich zurück auf "the Greek mathematicians. Wiener ergänzt: "If you want to say that in one case you are dealing with counting and in the other, with measuring, the concept of the machine goes back to the Greek" = ebd.

⁸ Wortmeldung in der Diskussion zu: Ralph W. Gerard, Some of the Problems concerning digital Notions in the central nervous system, in: *Cybernetics / Kybernetik. The Macy-Conferences 1946-1953, Bd. 1: Transactions / Protokolle*, hg. v. Claus Pias, Zürich / Berlin (diaphanes) 2003, 171-202 (192)

Wandlung analog / digital

- wie sich digitale Signalverarbeitung (als Information) von der analogen unterscheidet: Wiewohl immer noch im elektrophysikalischen Sinn ein realer Grenzwert, aber nichtsdestotrotz ein Vorgang des Analogenen (Spannung etwa "zählt" im Analogcomputer, unterhalb/oberhalb einer entscheidenden Schwelle *zählt* sich buchstäblich im Digitalcomputer), nimmt das digitale Signal in einem operativen Zusammenhang einen anderen Sinn / eine andere Funktion an - ein qualitativer Sprung von epistemischer Dimension.

vgl. das Fechner/Webersche Gesetz in der Psychophysik als arithmetische Beantwortung der Frage, wann das (minimale) Anschwellen eines Reizes sprunghaft zu einer Empfindung führt; Bergson schreibt von " ΔE " und *rechnet* formelhaft (inmitten des alphabetischen Fließtextes) symbolisch damit⁹.

- Kosmos Experimentierkasten *Microcontroller*, Anleitung (Handbuch) Burkhard Kainka, Stuttgart (Franckh-Kosmos), Kapitel 7 "Messwerte am Bildschirm" (29f): Auf Steckplatine Phototransistor; verdrahtet mit Microcontroller, der über Infrarot-Schnittstelle an PC seine mit der Lichthelligkeit schwankenden (Widerstands-)Werte ausgibt in Programmfenster "Direkt" = digitales Bild eines Analogvoltmeters. Allein die Treppenhaftigkeit der (langsam schwankenden) Zeigerbewegung dieser Simulation zeigt dessen Digitalität (Gebrochenheit) an; kleinste analoge Zwischenwerte werden so sichtbar quantisiert, buchstäblich übersprungen. Was sich hier im sichtbaren (Meß-)Bereich als Artefakte zu erkennen gibt, wäre als Audio-Ausgabe kaum hörbar - ebensowenig wie das heller oder dunkler-Werden der Leuchtdiode auf der Steckplatine, die wiederum vom digitalen Meßplatz am PC steuerbar ist (skalierbar, für die Logik des Computers charakteristischerweise zwischen PWM = 0 und PWM = 255). "Zwischen Stufe 1 und Stufe 2 wird die Helligkeit verdoppelt. Der Unterschied zwischen Stufe 100 und Stufe 101 macht dagegen nur noch ein Prozent aus, was unser Auge kaum noch wahrnimmt." Und so zeigt sich als kontinuierliches Aufwärts oder Abwärts, was doch tatsächlich um winzige An-/Ausschaltungen der Diode handelt - die Wiedereinkehr des Wechselstroms auf digitaler Schaltebene: der PWM-Dimmer (Pulsweitenmodulation als die Veränderung von Impulsdauern: "Tatsächlich schaltet der PWM-Ausgang die LED sehr schnell mit konstanter Frequenz ein und aus. Das sehr schnelle Flackern der LED ist für das menschliche Auge nicht mehr sichtbar und wird nur als mittlerer Helligkeit wahrgenommen" <32>.

- Diode ohne Erdung leistet nur einen relativen Durchlaßunterschied: in eine Richtung mehr Strom, in die andere weniger. Erst unter Spannung baut sich eine elektronisch interne Sperre - geradezu im virtuellen, (im Unterschied zum elektromagnetischen Relais) nicht-mechanischen Raum -

⁹ Henri Bergson, *Zeit und Freiheit* [*Sur les données immédiates de la conscience, 1888], Hamburg (Europ. Verl.-Anst.) 1994, 51

erst auf, die fast absolut zwischen dem Fluß in der einen Richtung und der Sperrung in der anderen trennt - ein im Grund bereits binärer Schalter.

Eine Strecke *ab* A/D-Umwandlung ist rechenbar, bis zum Punkt der D/A-Rückverwandlung. Dies ist der genuin mediale Raum (vom Computer her gedacht); immer jedoch auf den Flaschenhals der materialen Rückverwandlung in sensorische Daten verwiesen (als Spur des Materialen). So, wie auch für die Photonik die Stellen sind, wo Glasfaserübertragung von Licht durch Elektronik kodiert oder dekodiert werden muß (um Informationsmenge überhaupt erst zu erzeugen, durch Verschlüsselung, etwa durch Laser, der mehrere Millionen Schaltungen an/aus pro Sekunde erlaubt). Endgeräte sind also die Verlangsamter.

- Bei höherer Quantisierungsrate (digitaler Kodierung) ist der Qualitätsverlust (bei Übertragung) von Information geringer als im analogen Verfahren.

- Vinyl-Schallplatte *versus* CD-ROM; Digitalisierung heißt hier die Umsetzung von Schwingungen („Musik“) in eine Folge von Zahlen. Das elektrische Signal, vom Mikrophon kommend, wird dabei mit 44 Kilohertz, also 44000 Mal/Sekunde abgetastet; die jedesmal diskret gemessene momentane Spannung (Diskretisierung von Zeit) wird in einer Zahl festgehalten, deren Skala von 0 bis 65535 begrenzt ist, wenn etwa in der CD-Technik 16stellige Binärzahlen (2^{16}) zur Abstufung des Signals verwendet werden. Konkret heißt das Übersetzung vom Physischen ins Mathematische: „Der Ton hat keine Chance.“¹⁰

- digitales Meßgerät "Frequenzzähler" (etwa angeschlossen an analogen Markengenerator, z. B. Sinustöne); vgl. Oszilloskop: Macht FM oder auch PMC sichtbar wie SuperCollider-Programm ALIASING; einmal analoges Signal, einmal gesampelt, aber in jedem Fall: digital gespeichert, das im ersten Fall das "analoge" Signal simuliert; vgl. Frequenzabstimmanzeige "digital" an analogem Kurzwellenempfänger: Genauigkeit bis auf einzelne Hertz, aber immer diskrete Sprünge, anders als mit der analogen Drehkopfwahl und -anzeige

- verwandelt die Nadel des Plattenspielers mechanische Schwingungen in elektrische Ströme, die dann über Verstärker und Lautsprecher wieder in Luftschwingungen übersetzt werden - verbleibend also im Raum der Physik. Die elektrische Spannungskurve ist hier dem Verlauf der Schallschwingung *analog*, d. h. ähnlich = Heidkamp ebd.

Elektrische Zähler / elektronische Uhr

- elektrisch betriebene, auf dem elektromagnetischen Induktionseffekt beruhende Pendeluhr (Marke *Bulle Clock*) ist recht eigentlich ein Frequenzzähler; in der für technische Medien charakteristischen

¹⁰ Konrad Heidkamp, Diese digitalen Töne, in: Die Zeit Nr. 34 v. 17. August 1990, 68

Umkehrung von der Entwicklung als Meß- zum Massenmedium geschieht auch hier ein Umkippen zur Darstellung, wenn mit dem Interface eines Ziffernblattes versehen: So wird aus dem dynamisch-analogen Vorgang der Induktion ein diskreter (Taktung, Uhrwerk), im Gestell des Hybrids aus Mechanik (Räderuhr) und elektromagnetischem Feld (A/D-Wandler)

Gepixelte Bilder

- Harlizius-Klück, Mathematik / Textil / Antike

- Fläche (ein "Fenster") mit Begriffsclustern vermag den unendlich (infinitesimal) differenzierten visuellen Realeindruck (durch Autofenster eine vorbeihuschende Allee), also die optische Signalkette, als symbolischer Code zu ersetzen; Informationsverlust ist erheblich (und der Abstraktionsgewinn groß; Kompression / Interpolation); Argument Abraham Moles, Die thematische Visualisierung der Welt: Triumph des angewandten Strukturalismus, in: Tumult. Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, Nr. 14 (1990). Ein quantisiertes, gesampeltes Bild kann nur in Kopplung (und als Steuerung) an ein Analoglichtmedium (Kathodenstrahlbildschirm, oder als akustisches Äquivalent der Lautsprecher) im Sinne des Shannon / Nyquistschen Sampling-Theorems wirklichkeits-, also signalgetreu wirken.

- der ganze Unterschied zwischen halbdigitalem Fernsehen (das elektronische Fernsehen mit Bildspeicherröhre, also die Auflösung des abgetasteten Bildes in diskrete Bildpunkte), und dem elektromechanischen Fernsehen (Nipkow, Baird), wo ein rotierendes Loch jeweils eine Bildzeile in ihren Helligkeitsschwankungen abtastet und amplitudengetreu über Stromspannung überträgt.

- Defizit des Digitalen verschwindet phänomenologisch, wenn die diskrete Steuerung der Helligkeit einer Lampe die physikalische Umsetzung die Treppenstufen verschmiert; Campbell, Installation *Church at 5th Avenue*

Fernsehen als Analogrechner

- elektronisches Fernsehen = "Prinzip, dass ein Bild zu Zwecken der Übertragung in eine Reihe von Punkten aufgelöst wird, die in unendlicher Folge auf einer Platte auftreten, welche die Fähigkeit hat, Lichtverschiedenheiten in elektrische Stromverschiedenheiten umzusetzen"¹¹. Hier handelt es sich um eine Form der Analogrechnung vergleichbar dem Analogcomputer für Systeme von linearen Differentialgleichungen, in denen Ableitungen nach der Zeit auftreten. Das elektronische Fernsehen ist also schon ein Rechner, basierend (zunächst) auf der "Leistungsfähigkeit des Selens, nahezu proportional" - also buchstäblich analog - "der Quadratwurzel der Beleuchtungsintensität" Licht- in Stromschwankungen zu wandeln = ebd., 5

¹¹ Benedict Schöffler, Die Phototelegraphie und das elektrische Fernsehen, Wien / Leipzig (Braumüller) 1898, 3

Digitale Photographie?

- Oliver Wendell Holmes zufolge zieht Photographie die Form von Materie ab. Ist das dann die Information des photographierten Gegenstandes? Steht diese Information in einem intransitiven Verhältnis zur Materie des Objekts, oder - im Sinne Einsteins - in einen minimaltransitiven? Vermindert es - im Sinne von Szilard 1926 - die Entropie des materiellen Objekts / Maxwells Dämon?

Analoge Photographie verkörpert eine tatsächliche chemische Licht(reaktions)spur des Abgebildeten; digitale Photographie stellt demgegenüber eine tatsächliche Abstraktion dar. Ein digitaler Wert ist physikalisch indifferent gegenüber Ton - Bild - Zeichen; diese Ausdifferenzierung hängt nur von Wieder-Implementierung in Physik (als Zugang für menschliche Sinne) an. Die elektromagnetische Speicherung des Bit (also die medienarchäologische Ebene) ist indifferent gegenüber Sinneskanälen.

- Photographie analog als apparative „Konstruktion einer Gleichheit / Ontologisierungsmaschine“ (Marc Rees, Tagung DGS Passau, Oktober 1990). Anverwandlung an den *logos*? Vgl. André Bazin, Aufsatz zur "Ontologie der Photographie"

Digitale Bilder

Seit der Photographie hat die Moderne ein Gedächtnis unhistorischer Art, nämlich die momenthafte Abbildung des Realen (die Macht der analogen Medientechnologien), gegenüber vormalig symbolischen Notationen (Alphabet, Malerei, Musikkomposition). Mit dem Computer tritt das Symbolische zweiter Ordnung (wieder) ein: die symbolschriftliche Bearbeitung des Realen, aber als Kombination aus mathematisch Reellem (um das Kontinuierliche der Physik zu emulieren oder quantenmechanisch diskontinuierlich damit eins zu sein, so Pythagoras) mit dem (elektro-)physikalische Realen.

- Mit dem digitalen Fernsehen kehrt das Symbolische (als mathematisch "Reelles", eine erneute Schrift, doch diesmal strikt alphanumerisch) wieder ein, doch diesmal als Digitale Signalverarbeitung (DSP) im Dienst des Realen selbst, unbemerkt in der humanen Kognition. So kommt es zur Sublimation des Symbolischen im Digitalen.

- "Seit mehr als 150 Jahren gibt es eine zweite Methode, Bilder in eine Art von Text zu verwandeln. Diese Variante der Ekphrasis heißt schlicht und einfach Scanning"¹² - und ist damit (medienarchäologisch radikal) unhermeneutisch. Vielmehr reduziert der Scanner das, was wir „Bild“

¹² Bilder sortieren. Vorschlag für ein visuell adressierbares Bildarchiv, Vortrag Stefan Heidenreich 13.XI.96 KHM Köln, TS Fassung 13.11.96, Seite 3

nennen, auf nichts als den Informationswert (den xxx allerdings selbst zum statistischen Kalkül von Ästhetik machte). Hier kehrt also die Vertextung der Bilder zurück - textil im Sinne der lochkartengesteuerten Bildtexturen Jaquards und der Analytical Engine von Babbage.

Wiedereinkehr des Analogen im Digitalen

- oszilloskopische Variante von *Aliasing_Ernst* in SuperCollider: Eine Klangdatei wird einmal quasi-analog angezeigt (wie am klassischen analogen Kathodenstrahloszilloskop); einmal in Treppenstufen, "gesampelt", skalierbar mit Maus/Cursor. Was hier wir die offensichtliche Differenz von analog und digital erscheint, ist jedoch auch im scheinbar analogen Oszillogramm vielmehr Zahl den Schrift (also kaum noch *graphé*), denn es ist selbst Produkt einer Computer-Kalkulation, also digital. Umgekehrt aber gilt: Dieses *computing* findet, um diesen (Echt)Zeiteffekt haben zu können, notwendig elektronisch statt (die handgekurbelte Zuse-Maschine Z1 würde nie ein oszilloskopisches Bild zustandebringen); kleinste Ströme (Ampère) sind auch am Werk im digitalen Computer, zur Ausgabe von 0/1-Werten (die nur verschiedene Stromschwankungen darstellen - in sich jeweils eher diffus, nicht exakt; es zählt nur die Differenzierbarkeit)

Medien des Digitalen: Relais, Röhren und FlipFlop

- Elektronenröhre im Digitaleinsatz (seit ENIAC) war den klassischen Elektrotechnikern zunächst ein Graus; im Grunde ein Mißbrauch ihrer elektrophysikalischen Anlage, insofern sie ihrem Wesen nach Stromspannungen / Elektronenströme analog (stetig) durchführt (Stichwort "Steilheit")

- "Zu erzählen wäre etwa die dramatische Geschichte, wie Elektronenröhren seit 1920 mühsam dazu gebracht worden sind, ihre Eingangssignale nicht mehr einfach und das heißt analog zu verstärken, sondern vielmehr zu zählen und das heißt in digitalen Ziffern auszugeben" = Kittler, Hardware, das unbekannte Wesen, in: Lab, KHM Köln

Implizite Mathematik

- aktive / passive Bauteile einer elektronischen Schaltung mit Digitalvoltmeter durchmessen: zeigt diskrete numerische Werte an, unterstellt also bereits als Anzeige "Rechen"vorgänge

- Mit Fourier rechnen: Wenn jeder Ton schon eine Zusammensetzung von Teiltönen ist, stellt er bereits eine Addition, also Rechnung dar ("Achten Sie auf die Frequenzverhältnisse der Teiltöne"). Andererseits findet eine Subtraktion in der Schwebung statt, vernehmbar als periodische Lautstärkeänderung, die sich aus der Überlagerung zweier amplitudengleichen Schwingungen mit geringfügig differierenden, dicht

benachbarten und daher nur eine Tonempfindung auslösenden Frequenzen ergibt. "Die Frequenz der Schwe. entspricht der Differenz aus den Frequenzen der beiden Schwingungen (z. B. 102 Hz-100 Hz = 2 Hz); Enders 3/1997: 278

Mit Zwischenfrequenzen operiert auch jeder Superheterodyn-Radioempfänger: Er rechnet also implizit; es kommt nur darauf an, die Aufmerksamkeit nicht auf das tonfrequente Produkt zu richten, sondern die implizite Mathematik, die sich im Empfang operativ abspielt.

Obgleich der Analogrechner am XY-Schreiber bzw. dem Oszilloskop lediglich Funktionskurven ausgibt, lassen sich diese als Nomogramme entziffern. Diese stellen mathematische Maschinen dar: "Ohne jede Rechnung - lediglich mit Hilfe eines Lineals - ermöglicht das Nonogramm die Bestimmung der <...> Werte"¹³, etwa die von Widerständen in Parallelschaltung oder von Kapazitäten in Serienschaltung. Das Nonogramm ist als implizites Kathodenstrahlbild (mit darübergelegtem Muster) lesbar, und damit Analogrechnen durchführbar.

Geheimnis des Operationsverstärkers (Integration)

Einsatz eines Operationsverstärkers, dessen nichtinvertierender Eingang an Masse liegt und bei dem zwischen Ausgang und invertierendem Eingang ein Kondensator geschaltet ist. Bei eingespeisten Impulsen versammelt, also addiert (im Sinne impliziter Mathematik) die Schaltung also Teilwirkungen, *modelliert* also (im Sinne von Analogrechnern) einen mathematischen Prozeß, bildet mithin einen Integrator. Der Vorgang läßt sich mit einem Meßinstrument (skalar) anzeigen (mithin als implizite Rechenergebnisse lesbar).¹⁴

Und nun der damit verbundenen medienepistemische Moment: "Die Schaltung nach Bild 335 <sc. "Integrator mit Pfiff"> bietet einen einstellbaren Zeitschalter und neue Einsichten" <ebd., 123>. Der Prozeß stellt eine (mathematisierbare) Funktion dar; Teil davon ist die elektronische Aussage: "Entsprechend dem 'Integral' des Eingangsstroms über der Zeit steigt die Ausgangsspannung in negativer Richtung an" <124>. Und nun die Rückverwandlung jenes Prozesses, mit dem Elektrotechnik aus Mathematik Schaltungen baut, zum Zweck einer mathematisierten Zeit (Zeitrechnung): "Aus der Funktion kann man sich leicht die Zeit errechnen, die <...> über den Strom I eingestellt werden kann <...>. In dieser Zeit fließt die Ladung $Q = I \times t$ <...>" <124>.

Das Hirn: analog sowie digital

¹³ Nomogramm zur Parallelschaltung von Widerständen und Serienschaltung von Kondensatoren, in: Funk-Technik Nr. 1/1948, 2

¹⁴ Siehe Klaus Schlenzig, Handbuch zum Experimentierkasten *Kosmos electronic profi*, Stuttgart (Frankch-Kosmos) 2007, 122

Nervenzellen treten über elektrische und chemische Synapsen in Verbindung: "Bei den elektrischen Synapsen sind zwei Nervenzellen über sehr enge Zellkontakte (gab junctions) miteinander verbunden, durch welche die elektrische Erregung direkt und ohne weitere Verzögerung von einer Zelle zur anderen hinüberläuft. Bei den chemischen Synapsen wird die elektrische Erregung nicht direkt übertragen, sondern durch chemische Botenstoffe, Neurotransmitter (oder einfach Transmitter), vermittelt."¹⁵

Es treten kurzfristige Aktionspotenziale auf, analog (spannungsgesteuert) und digital: Übermittlung von Ionen.

- Jörgen Schäfer, Sprachzeichenprozesse, in: Jens Schröter / Alexander Böhnke (Hg.), Analog/Digital - Opposition oder Kontinuum? Zur Theorie und Geschichte einer Unterscheidung, Bielefeld (Transcript) 2004

Die Differenz zwischen Computer und Hirn ist eine zeitkritische, mithin eine Differenz zwischen gleichmäßigem Takt und Rhythmus. Informationsverarbeitung im Gehirn hat anders als im strikt getakteten Computer keinen absoluten Taktgeber (*clock*) zur Verfügung:

Der Versuch, die Informationsverarbeitung im Nervensystem als ausschließlichen Binärcode zu verstehen, kann deswegen nicht gelingen, weil für die einzelnen Impulse keine strengen Zeitfenster definiert sind, die es ermöglichen würden, dem Eintreten oder Nichteintreffen eines Signals den Wert 0 oder 1 zuzuordnen, wie dies in einem Rechnersystem geschieht.¹⁶

"digital" divers

- Grenzwerte / physikalische Materialität des Binären: Wie "0" und "1" sich tatsächlich ereignen: als Impulse. Was nach wie vor nottut, ist daher ein Strom- und Spannungsdenken, d. h. ein Denken in den physikalischen Signalen des binären Codes. Das sogenannte Digitale ist allein im platonisch-informationstheoretischen, aber nicht medienphysikalischen Sinne wirklich digital, sondern vielmehr ein Grenzwert des Analoges: steile Flanken, nahezu Dirac-Impulse.

- Modulation *versus* Information; "selbst die durch menschliche Thöne und Rede in Bewegung gesetzten und formierten Luftwellen gehören folgerichtig in die Kategorie der in Materie geformten Projection" = Ernst Kapp, Grundlinien einer Philosophie der Technik. Zur Entstehungsgeschichte der Cultur aus neuen Gesichtspunkten, Braunschweig (Westermann) 1877, 27; radiotechnische "Modulation" von Trägerfrequenzen durch Sprache/Musik

¹⁵ Gerhard Roth, Das Gehirn des Menschen, in: ders. (Wolfgang Prinz (Hg.), Kopf-Arbeit. Gehirn

¹⁶ Detlef Linke, Das Gehirn, München 2002, 81

genuin analog, im Unterschied zur In/formation der Luftwellen durch kodierte Bits? Fritz Heider über Formation der Luft durch Töne.

- "Reibung" als Differenz zwischen Papiermaschine und physikalischem Mechanismus: "Friction is the only conception which, in a general way, corresponds to that which distinguishes real war from war on paper." Carl von Clausewitz, *On War* (London: 1873), Book 1, Chapter 7; <http://www.clausewitz.com/CWZHOME/Waystatn.html>

- Bernhard Weßling, *Der zivilrechtliche Schutz gegen digitales Sound-Sampling*, Baden-Baden (Nomos) 1995, Kapitel "B. Zum technischen Prinzip digitaler Klangspeicherung und -verarbeitung", 21 ff.

- "ein analog gebauter Bau in einer digitalen Zeit" = Kommentar eines Architekten zur Debatte um Sanierung versus Abriß des ICC in Berlin, Sendung Info-Radio Berlin-Brandenburg / RBB, 28. Juni 2005

- Wieder-Konjunktur analoger Schaltkreise; Artikel im SPIEGEL 17/2004, <http://www.spiegel.de/spiegel/0,1518,295985,00.html>

- in diskreten Maschinen Übergang der Zustände in plötzlichen Sprüngen, i. U. zu menschlichem Nervensystem, wo ebenso chemische wie elektrische Prozesse im Spiel sind (Argument von Neumann)

- Differenz / Unterscheidung: "analog differences are differences of magnitude, frequency, distribution, pattern, organization, and the like. Digital differences are those such as can be codes into distinctions and oppositions, and for this, there must be discrete elements with well-defined boundaries. <...> The discrete character of the signifier follows from its continuous substratum" = Anthony Wilden, *System and Structure, Essays in Communication and Exchange*, 2. Auf. London 1980, 189; erst Unterscheidung erzeugt Information

- digitalrechnerisch = Darstellung von Information durch diskrete Schaltstellungen (eine im Prinzip arbiträre Zuordnung); im Analogrechner durch kontinuierlich variierbare Werte einer physikalischen Größe

- "digitale Kultur": an die Stelle syntagmatischer Weltbeschreibung tritt die paradigmatische (in diskreten Einheiten, Tabellen). Nur daß diese, medial operativ, von räumlichen in zeitkritische Reihen verwandelt sind

- analoge Kodierung: "Die Werte der Formdimension sind eine lineare Funktion der Werte in der Bedeutungsdimension <...>. Form und Bedeutung der Zeichen stehen in proportionalen Beziehungen zueinander. analog in diesem Sinne sind z. B. fast alle graphischen dArstellung variierender Größen wie Wachstum, Stimmverteilung, Planerfüllung usw., durch Kurven und Diagramme."¹⁷

¹⁷ Manfred Bierwisch, *Musik und Sprache. Überlegungen zu ihrer Struktur und Funktionsweise*, 9-102 (44), in: *Jahrbuch der Musikbibliothek Peters*, forgeföhrt als *Deutsches Jahrbuch der Musikwissenschaft*, 1. Jahrgang

- Differential Analyser von Vannevar Bush, der dann seinerseits das Digitale mitentwickelt

- Oxymoron der "kontinuierlichen Kodierung" als Spezialfall der analogen, stetigen Variation der Form- und Bedeutungsdimension. "analog" kann also kontinuierlich oder diskret kodiert sein; nicht-analog allerdings nur diskret; Völz, über das "kontinuierlich Digitale"; Horst Völz, Zum Begriffsbereich von "analog" und "digital", in: Nachrichtentechnik/Elektronik 29 (1979), 217-219; ders., Kontinuierliche Digitaltechnik. Eine neue hochleistungsfähige Methode zur Digitalisierung von Signalen, Aachen (Shaker) 2008

- Alan Turing, Computing machinery and intelligence, in: Mind 59 (1950), 433-460; ders., Mechanical intelligence, Amsterdam et al. (North-Holland) 1992 = Collected works of A. M. Turing

- Differenz des Digitalen liegt im Zeitbegriff und im Algorithmus (also im Operativen): "Zwischen 0 und 1 *gibt* es keine Zeit. Deswegen gibt es die Welt des Symbolischen. Es ist der Entzug des Realen, durch den es das Symbolische gibt."¹⁸ Tatsächlich? Auch der symbolische Code ist auf materielle Einschreibeflächen verwiesen, irreduzibel. Für das Signal, technisch, ist klar: der festgelegte zeitliche Verlauf einer Spannung mit einer gegebenen Dauer. Digital = Manipulation des Zeichens statt des Trägers. Analogsysteme operieren synchron, d. h. ohne (Rechen)Zeitdifferenz in "Echtzeit" (etwa ein Plattenspieler; braucht allerdings auch minimale Zeit zur physikalischen Umsetzung der Abtastung: also keine "Nullzeit", die erst durch digitale Rechnung - als re-entry analoger Synchronzeit - hergestellt werden muß, etwa in SuperCollider); insofern unterscheidet sich das analog übertragene Fernsehbild ("live") noch vom digital übertragenen (zeiterzogen, dilatativ).

- Bildtelegraphie eine zeitkritische Frage der Synchronisation von Sender und Empfänger, um Verzerrungen zu minimieren; Lösung in digitaler Kodierung der analogen Übertragungsprozesse: "Auf die Frage nach der Zeit im Bild folgt die Frage nach dem Digitalen und zwar als Auseinandersetzung mit der Störung."¹⁹

- zwei Formen von möglicher Störung im Binären: einmal die symbolische, einmal die (physikalisch) reale ("analoge"); die von Lacan in Anlehnung an Shannon aufgeworfene Frage, was es denn eigentlich bedeutet, wenn das Symbolische im Realen implementiert wird - nämlich lauter "Friktionen"; Kernanliegen der Medienwissenschaft

- Durchsetzung von Zahl im Zuge der Naturwissenschaft; post-pythagoräisch mit Leibniz Keim zur Idee eines Kalküls = Maschine

1978, Leipzig (Peters) 1979

¹⁸ Bernhard Siegert, Passage des Digitalen. Zeichenpraktiken der neuzeitlichen Wissenschaften 1500-1900, Berlin (Brinkmann & Bose) 2003, 9

¹⁹ Christian Kassung / Albert Kümmel, Synchronisationsprobleme, in: Albert Kümmel / Erhard Schüttpelz (Hg.), Signale der Störung, München (Fink) 2003, 143-165 (164)

- *re-entry* des Analogen im Digitalen: Rezension von Kleinert (Hg.), Soundcultures, durch Ueli Bernays, in NZZ, speziell Beitrag Grossmann: "Weshalb also werden Eigengeräusche der Vinylscheibe in den neunziger Jahren plötzlich musikalisch verwertet - mehr noch: digital gesampelt und archiviert in speziellen Plug-ins? Ästhetisierung analoger Sounds in Minimal Electronica charakteristisch für den Übergang zur digitalen Technologie; mit McLuhan: Muster der Mediengeschichte; sinnlich / medienarchäologisch erfahrbar neue Technologien stets zu Beginn und am Ende. «Clicks & Cuts» versteht Grossmann als «Universum falscher Töne», das in einer «Aesthetic of Failure» (Kim Cascone) die medieninterne Soundwelt offenbare. Vergleichbar Clement Greenberg: Malerei, die über Struktur und Materialität reflektiert, angesichts der konkurrenzierenden Photographie; als Reaktion auf die digitale Technik auch die akustischen Besonderheiten analoger Medien definiert; Verklärung des alten Klangbilds, in dem die kratzende Nadel für Treue und Wärme der musikalischen Wiedergabe zu garantieren schien. "Zum ästhetischen Thema wird ein Medium aber auch zu Beginn seiner Ära. Anfangs ist noch zu sehen oder zu hören, dass und wie es die wiedergegebene oder simulierte Wirklichkeit strukturiert. Moholy-Nagy: neue Klänge in die Rillen einer riesigen Schallplatte ritzen; in den neunziger Jahren zeigte sich das Bewußtsein für die Struktur digitaler Medien im Spiel der Medienkunst mit sichtbaren Pixeln; Sounddesign der Laptop-Musiker: Strukturen digitaler Medien als Raster und Regel (Algorithmus / Rhythmus) erfahrbar

- digitaler Zoom / optischer Zoom in Digital-Kameras: digital wird etwas verrechnet, was aber nur optisch einholbar ist. Paradigma der Perspektive: mathematische Rechnung. Vgl. Anti-Verwackeln: bedarf es einer höheren Pixelrate, deren Reserve dafür verwendet

- Carl Friedrich Gauß aber "setzt bei seinen telegrafischen Versuchen um 1830 an die Stelle von 0 und 1 die Zeichen + und - und weist damit auf die Elektrifizierbarkeit der digitalen Codes hin" (Wolfgang Coy, Vortrag / Reader HyperKult 29.3.2003); in dieser Kopplung wird das Diskrete als Boolesche Logik rechenbar und eskaliert im Computer.

- "Analogmedien erlauben jeder Sequenz reeller Zahlen, sich als solche einzuschreiben" = Kittler, *Aufschreibesysteme*, Ausgabe 1995: 289

- "existiert keine *digitale Musik*, kein *digitaler Klang* an sich. Was wir nach der Digital-Analog-Wandlung wahrnehmen, sind Klänge, die digital vorliegend Daten *darstellen*."²⁰

- wird Signal digitalisiert, indem man es an verschiedenen Punkten abtastet. "Wenn diese Abtastpunkte dicht genug nebeneinanderliegen, läßt sich daraus eine scheinbar perfekte Kopie erstellen. Für eine Audio-CD beispielsweise tastet an den Klängen eines Musikstücks 44100 mal pro Sekunde ab und zeichnet dessen Audiowellensform <...> als Kette einzelner

²⁰ Michael Harenberg, Virtuelle Instrumente zwischen Simulation und (De)Konstruktion, in: Soundcultures. Über elektronische und digitale Musik, hg. v. Marcus S. Kleiner / Achim Szepanski, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2003, 69-93 (78)

Zahlen auf (die ihrerseits in Bits umgewandelt werden). Wenn man diese Bit-ketten nun 44100mal pro Sekunde abspielt, erhält man eine ununterbrochene Wiedergabe der Originalmusik. Die aufeinanderfolgenden einzelnen Meßpunkte liegen zeitlich so dicht nebeneinander daß unser Ohr sie nicht mehr als eine Aneinanderreihung getrennter Klänge, sondern als durchgehenden Ton wahrnimmt" = Nicholas Negroponte, Total digital. Die Welt zwischen 0 und 1 oder Die Zukunft der Kommunikation, München (C. Bertelsmann) 1995, 23, analog zum Unterlaufen der menschlichen Wahrnehmungsschwelle als Bewegung durch 24 Bilder/Sek. im Film (und Grauwerte in s/w-Bildern zwischen 0 für schwarz und 255 für weiß). Doch nimmt das Unterbewußte diese Diskretheit dennoch wahr und erzeugt damit eine kognitive Dissonanz (Kognition versus "pétits perceptions")?

- über das Entstehen eines kontinuierlichen Ganzen aus einzelnen Bildpunkten: "Aus unserem makroskopischen Blickwinkel betrachtet, entwickelt sich nichts digital, sondern alles kontinuierlich" = Negroponte 1995: 24; analog/digital-Unterscheidung macht allein medienanthropologisch Sinn

- Vorzug von Digitalisierung: "Datenkompression und Fehlerkorrektur, die beide für den Transport von Informationen durch einen kostspieligen und stör anfälligen Kanal von größter Bedeutung sind" = ebd., 24. "Die Digitalisierung ermöglicht die Übertragung eines Signals mit zusätzlichen Informationen zur Korrektur von Fehlern wie Telefonknacken, Radionistern oder Fernsehschnee" = ebd., 26

- linienzeichnende / vektorgraphische Maschinen mit horizontal wie vertikal abgelenkten Elektronenstrahlen einer Kathodenstrahlröhre wie Sketchpad (Ivan Sutherland, MIT, 1963) vs. fernsehähnliche Rasterpunktsysteme: Bildpunkte / Pixel, die in der Lage sind, im Computer gespeicherte Bilder auf einer Anzeigeeinheit abzubilden. Pixel besteht in der Regel aus mehr als einem Bit.

- wird die Opposition analog/digital auf der Informationsebene unterlaufen; Information ungleich Materie ungleich Energie (Wiener). "Das besondere Kennzeichen aller Kanäle ist, daß sie durchwegs in das Gebiet der Physik fallen."²¹ Alle Information ist damit den Materialitäten verschrieben, in denen Codes übermittelt (oder verrauscht) werden. Dagegen Zeilingers quantenphysikalischer Ansatz, der von der Verschränkung der Teilchen und damit der Überflüssigkeit ihres Kanals / Mediums ausgeht, aber ebenso eine Herausforderung an das Binäre darstellt. Denn wo nicht mehr nur ein vordefinierter Zustand herrscht, sondern die Überlagerung mehrerer Zustände gleichzeitig, muß die Binarität durch Beobachtung erst hergestellt werden (Martin Warnke).

- auf dem Weg zur diskreten Zeit; löst zugleich den phatischen Referenten Zeit auf, in ein Begriffs-Custer aus Schwingungen, Frequenzen, Oszillatoren

²¹ Hans Titze, Ist Information ein Prinzip?, Meisenheim/Glan (Hain) 1971, 104

- analoge Messung näher an der Physik, aber ungenauer; heute: analoge Signalquelle wird digital analysiert (Sampling-Raten), Frequenz aufgespalten. "Sowenig es eine adäquate Zerlegung von Wirklichkeit in digitalisierbare Elemente gibt, sowenig gibt es auch eine adäquate Zerlegung von Problemen in entscheidbare Strukturbäume. Ebenso wie eine angemessene Codierung der Welt scheitert, scheitert auch ihre effektive Programmierung"²²

- Computerspiele: Ergodik (Aarseth) statt Erzählung. Am Beispiel des Computerspiels *Blade Runner* (Westwood Studio, 1998), basiert auf dem gleichnamigen Film Ridley Scotts von 1982, erörtert Patrick Crogan die inhärente Spannung, den Widerstreit "between its interactive and narrative elements"²³

- *Posthistoire* im Sinne von: jenseits der Narration trägt einen medienarchäologisch faßbaren Index; wird der *rechnende Raum* (Konrad Zuse) buchstäblich und mechanisch im Computer: ein Zustand, "wo das Erzählen wieder ins Aufzählen übergeht, *story* zu *storage* wird"²⁴

- operiert pointillistische Malerei nicht digital, aber diskret, "Strich für Strich"

- Bücher als Hardware kultureller Tradition "need to be preserved in their original form. Hence microcopying, particularly of newspapers, cannot be regarded as a justification for the destruction of the originals."²⁵ Bücher gehen nicht in der Information auf, die sie vermitteln, sondern in ihrer originalen Konfiguration aus Papier, Druck und Band haben sie *einen intrinsischen Wert*; hat jedes Exemplare desselben Buches (DB speichert Duplikate) "eine andere äußere Form und vor allem: eine eigene Geschichte" = Knoche, ebd.; sprechen die Gebrauchsspuren in ihrer schieren Physik: weltanaloge Spuren des Realen, allen symbolisch reproduzierbaren Lettern vorgängig; das Vorenthaltene

- MPI / xxx, Cuneiform digital library Project: Auf WWW-Ebene zusammenfügen, was weltweit an Keilschriftfragmenten in Bibliotheken / Museen verteilt; bildstatistische Zusammenfügung von Fragmenten durch Kantenerkennung, im Blick des Rechners. Im digitalen Raum aber andere Halbwertszeit der Information

- Archiv als Umwandler von kontinuierlichen, analogen Zeitsignalen (Gegenwart, in seiner Metaphorik als "Leben") in diskrete Zeichenmengen, die damit der Rekombinierbarkeit harren

²² Dieter Mersch, Digitalität und Nicht-Diskursives Denken, in: ders. / J. C. Nyíri (Hg.), Computer, Kultur, Geschichte: Beiträge zur Philosophie des Informationszeitalters, Wien (Passagen) 1991, 109-xxx (111)

²³ Patrick Crogan, *Blade Runners*: Speculations on Narrative and Interactivity, in: South Atlantic Quarterly 101, Heft 3/2002, 657 (640)

²⁴ Hartmut Böhme / Peter Matussek / Lothar Müller, Orientierung Kulturwissenschaft, Reinbek (rororo) 2000, 148

²⁵ National Libraries: Their problems and prospects, Paris 1960 (UNESCO Manuals for Libraries 11), 36, zitiert nach: Röttsch 1962: 3

- Klassifikation der Nachrichten in diskrete, kontinuierliche und gemischte Systeme; auch Signale, die im Transmittorprozeß festgelegt werden, bestehen aus einer Abfolge diskreter Symbole²⁶

- Als kodierte Signal ist jede Nachricht bereits Teil des synchronen Archivs der Gegenwart; älteste Darstellung eines Buchladens von 1499 zeigt einen Totentanz mit Setzer, Drucker und Buchhändler²⁷; typographische Diskretisierung korrespondiert hier mit der Modularität von Gerippen, der diskontinuierlichen Ästhetik des Archivs im Unterschied zur Unkalkulierbarkeit des kontinuierlichen namens Leben

- nutzt Informatik die Hysterese, um Entscheidungen auf der Basis skalarer Eingangsgrößen im Grenzbereich mehr Stabilität zu verleihen; eine Automatik am Fahrzeug, die das Licht abhängig von der Helligkeit der Umgebung ohne Zutun des Fahrzeugführers ein- oder ausschaltet. "Ohne eine Hysterese hätte man im Zwielficht, abhängig vom Wurf von Schatten, Helligkeitsschwankungen der unmittelbaren Umgebung, Schatten durch Bewölkung etc. mehr ein Blinklicht als eine vernünftige Beleuchtung" - wilde Oszillationen, "singing". Ständiges Steigen über und Fallen unter den einen einzigen Schwellwert hätte das stete Ein- und Ausschalten des Lichts zur Folge; einfache, kleine Modifikation des Entscheidungsmodells: zum einen Schwellwert tritt noch ein zweiter hinzu. Ist die Helligkeit der Umgebung erst einmal unter die Einschalt-Schwelle gesunken (engl. "low water mark") und die Beleuchtung aktiviert, so wird diese erst wieder deaktiviert, sobald die Umgebungshelligkeit über eine andere, deutlich höher liegende Schwelle (engl. "high water mark") gestiegen ist. Somit hat man einen Grenzbereich gebildet, innerhalb dessen die vorher getroffene Entscheidung, unabhängig von den aktuellen Umweltbedingungen, stabil bleibt; *eine künstliche Hysterese in das System eingeführt*

- "time of non-reality" (Norbert Wiener")

- Analoge Photographie operiert technisch-physikalisch immer noch referentiell. Demgegenüber bringt Malevich mit seiner gegenstandslosen Malerei (dem *Schwarzen Quadrat*) die Referentialität auf den Nullpunkt. Damit wird der Weg frei für bildgebende Verfahren: die aber nur als Errechnung möglich sind, mathematisch also (Pavel Florenskij, über Ikonen). "Digitale Bilder sind keine `Bilder´ im Sinne des Tafelbildes, sondern Modell von Rechnerprogrammen. Eine dringend erforderliche Theoriebildung des digitalen Bildes muß notwendigerweise auf diesen Umstand aufbauen."²⁸

- Etymologie von *zeit*: im Altindischen (da-ti), im Nordischen (tina) ... meint: "in etwas gesplittert, gespalten" - also immer schon digital / Uhrtakt / "draw a distinction" (Spencer Browne)

²⁶ Erich Pietsch, Dokumentation und mechanisches Gedächtnis. Zur Frage der Ökonomie der geistigen Arbeit, in: Arbeitsgemeinschaft für Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, Heft 38, Köln / Opladen (Westdt. Verl.) 1954, 48

²⁷ Abdruck in: Reinhard Wittmann, Geschichte des deutschen Buchhandels, München (Beck) 1991, 33

²⁸ Gerhard Glüher, Von der Theorie der Fotografie zur Theorie des digitalen Bildes, in: kritische berichte 2/98, 23-31 (25)

- 1936 Turing-Maschine abstrakt und zeitunkritisch; im Moment der Implementierung aber kommen Signale (Meßwerte) ins Spiel, die in Zahlen übertragen werden müssen, um digital rechenbar zu sein

- digitale Adressierung; wandern, wunschgemäß, Telephonnummern mit in andere Stadtteile; somit an ihnen bestenfalls eine Herkunft, nicht aber mehr der aktuelle Ort zwingend ablesbar; wird das analoge Netz im digitalen Telefonsystem zu einer wandernden Topologie, jenseits des Orts-Analogen; vgl. in Bibliotheken: Trennung des symbolischen Orts der Bücher im Katalog vom tatsächlichen Lagerungsort. Parallel dazu stellen auch Internet-Provider nur den Zugang ins Internet, doch die Leitungen in Deutschland sind zumeist noch die der Telecom. Es gibt also Hardware (analoger Raum ist der von Physik). Hier trifft materiale Medialität auf digitale Metarealität (Kanal versus Code)

- Konrad Zuse, Der rechnende Raum, 1969: komputativer Raum, "der den gesamten physikalischen Raum zu einem kybernetischen diskreten bzw. digitalen Universum macht" = F. E. Rakuschan, Junktim. Von der elektronischen Ursuppe zum Gehirnwassersziliumwelt-Mix, in: Nybble-Engine, hg. v. CLIMAX (Jahrmann / Moswitzer / Rakuschan), Wien (Climax) 2003, 28-35 (35)

- meint "digital" recht eigentlich sowohl mechanisiert als auch mathematisiert

Den A/D-Umbruch aktiv denken

- "Das Wort science kommt vom "schi", ist die indoeuropäische Wurzel und die heißt trennen <...>"²⁹; ihre (*avant* respektive *avec la lettre* "digitale") Form der Analyse liest McLuhan als Effekt des altgriechischen Vokalalphabets, der Lautstromunterteilung (Hapax legomenon *merops*) in -LMN- (Elemente), *stoicheia*. Grammophone Signalaufzeichnung aber gewährt, die scheinbar unter Umgehung symbolischer und konventioneller Kodierungen das Reale in seiner stochastischen Streuung selbst speichern.

- Binäre (und damit schaltungslogisch in Form elektromagnetische Relais, elektronischer Kippschaltungen oder hochintegrierter Transistoren technologisch implementierbare) Numerik gewährt die Möglichkeit der mathematischen, d. i. binären Darstellbarkeit fast aller kontinuierlichen Signalformen.

- wird Begriff der Medien zum emphatischen Objekt einer akademischen Wissenschaft mit der Emergenz einer Beobachterdifferenz: der des Computers, der andere (analoge) Medien *digitaliter* simuliert. Bislang waren Phonographie, Radio und Video nicht notwendig Teilmenge des Oberbegriffs Medienwissenschaften

²⁹ I would call it Cybernetics. Heinz von Foerster im Gespräch mit Gerhard Grössing, in: Nybble-Engine, hg. v. CLIMAX (Jahrmann / Moswitzer / Rakuschan), Wien (Climax) 2003, 19-21 (20)

- lange Zeit unter "Medium" das passive physikalische (Luft, Wasser) der technische (Eisenbahn) Transportvehikel für Dinge und Symbole verstanden; Computer demgegen über Automatismus, der diesen Begriff unterläuft

- so klar der Gegensatz analog/digital erscheint: nicht schon – wenn frei nach Bateson ein Signal dann digital zu nennen ist, wenn es eine diskontinuierliche Beziehung zu anderen Signalen unterhält – Ja und nein Beispiele für digitale Signale, ebenso die zehn Finger (lat. *Digitus* = Finger), die man als erste digitale Rechenmaschine bezeichnen kann? Und hatte nicht auch der Film – so Kittler – digitale Züge, insofern er diskret 24 Bilder in der Sekunde abtastet? In welchem Verhältnis stehen die Terme analog/digital? Bilden sie selbst eine digitale, scharf getrennte Opposition oder sind sie nur Grenzfälle eines kontinuierlichen, d. h. analogen Feldes?

- In Kittlerscher Prägung sind analog/digital klar separierte Eigenschaften verschiedener Materialitäten. Der Computer als Meta-Medium scheint die Mediengeschichte zum Abschluss zu bringen und darüber hinaus wird die Welt des Symbolischen als Welt der Maschine denkbar.

- systemtheoretische Konzeption (Bateson/Wilden/Luhmann) geht von einer kontext- bzw. beobachterabhängigen Anwendung der analog/digital-*Differenz* aus, bei der die Referenz nicht auf Maschinen geht, welche die Epochenschnitte 1900/2000 substantialisieren würde, sondern auf Codes, bzw. Formen der Codierung: analog-kontinuierlich-synchron oder digital-diskret-sequentiell, wobei "rein" analoge oder diskrete/digitale Verhältnisse selten vorkommen werden

- Grenzfall eines digitalen Systems ist für Goodman eine *Notation*, sowohl syntaktisch als auch semantisch differenziert und disjunkt

- analoge Systeme durch das Fehlen von Differenziertheit charakterisiert; "ein digitales Schema dagegen ist durchgängig diskontinuierlich; und in einem digitalen System stehen die Charaktere eines sol/chen Schemas in einer Eins-zu-eins-Korrelation mit den Erfüllungsklassen einer ähnlich diskontinuierlichen Menge"³⁰ - insofern ein Notationssystem (disjunkt). Aufgabe des Analogcomputer ist es, "eine absolute Position in einem Kontinuum zu registrieren" <ebd., 155> - worauf Leibniz' Differentialrechnung zielt (oder hinterherläuft). Aufgabe des Digitalcomputers ist hingegen das "zählen" <ebd.> - *computer* im mathematischen Maschinensinn, Maschinen mit *mathesis*. Goodman illustriert die Differenz am Beispiel der "Zeit- und Zählapparate" <151ff>. Die Fehleranfälligkeit (Ungenauigkeit) des analogen Messens ist ein Defizit erst im funktionalen Kontext: digitaler Computer eine hochgezüchtete Zählmaschine, für Rechenaufgaben: H-Bombe (von-Neumann-Architektur), Los Alamos

³⁰ Nelson Goodman, *Sprachen der Kunst*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1998, 154f

- menschliche Kommunikation "digital", seitdem mit der Kulturpraxis des Vokalalphabets auch Sprache als phonetisches, also diskretes System von Lauten (Aristoteles / de Saussure) analysierbar und wahrgenommen wird

- "Dans l'histoire de l'image, le passage de l'analogique au numérique instaure une rupture équivalent dans son principe à l'arme atomique dans l'histoire des armements ou à la manipulation génétique dans la biologie"³¹; bewahrt aber auch noch das *bit* den kleinsten denkbaren analogen Bezug zur Wirklichkeit, insofern es deren Impuls(e) abbildet und in elektrische Signale *umsetzt*, un-willkürlich. Allein der parallele Effekt, die Rechenbarkeit dieser Impulse, unterscheidet das Reich des Digitalen von dem des (nur-)Analogen

- konstruktivistische Theorie der Wahrnehmung; auch hier steht das *bit* der Nervenreizung in einem non-arbiträren Verhältnis zum Impuls:

Wenn also unsere Sinnesempfindungen in ihrer Qualität auch nur *Zeichen* sind, deren besondere Art ganz von unserer Organisation abhängt, so sind sie doch nicht als leerer Schein zu verwerfen, sondern sie sind eben Zeichen von *Etwas*, sei es etwas Bestehenden oder Geschehendem.³²

- Differenz zum Digitalen, das die Umrechenbarkeit, Umprogrammierbarkeit der Daten impliziert: Für Helmholtz sind Sinnesempfindungen nicht nur Zeichen von etwas Geschehendem, sondern "das *Gesetz* dieses Geschehens können sie uns abbilden" <ebd.>.

- in diskreten Zuständen denken / leben, in Übergangswahrscheinlichkeiten (Markov-Ketten)

- Im "Analogen" insistiert die Welt der Physik, die das Digitale ausfiltert.

- Quantisierungsrauschen entsteht beim Übergang/Bruch zwischen dem Reellen und den computable numbers (in den Worten von Axel Volmar, Juni 2006) und benennt Störungen bei der digitalen Umsetzung analoger Signale, wenn etwa eine Welle mit endlicher Auflösung in ein digitales Signal umgewandelt wird.

Zwischen zwei Zuständen: "0 / 1"

- Schaltschwellen: "Digitale Eingänge unterscheiden nur zwei Zustände, Eins und Null."³³ Doch schon mit dem Zusatz beginnt die Verwechslung von (elektrotechnisch) Realem und (zählendem) Symbolischen. Die Benennung mit Zahl-Zuständen ist bereits eine idealistische, eben:

³¹ Régis Debray, *Vie et mort de l'image. Une histoire du regard en Occident*, Paris (Gallimard) 1992, 300

³² Hermann v. Helmholtz, *Die Tatsachen in der Wahrnehmung*, in: *ders., Schriften zur Erkenntnistheorie*, Wien / New York (Springer) 1998, 147-176 (154)

³³ Burkhard Kainka, *Lernpaket Microcontroller, Poing (Franzis) 2007, 45*

mathematische Abstraktion vom Reellen der zugrundeliegenden und -fließenden Materie (obgleich wiederum für die quantenphysikalische Ebene etwa am photoelektrischen Effekt das Plancksche Wirkungsquantum gilt, also ein diskreter, ganzzahliger Sprung des Energieniveaus). An A/D-Schnittstellen eines Mikroprozessors wird eine Stromspannung unter einem bestimmten Wert (etwa 1 Volt) zuverlässig als Null gelesen; eine Spannung über einem erheblich darüber liegenden Wert (etwa 3 V) als Eins. "Aber auch Zwischenwerte liest der Eingang entweder als Null oder als Eins. Deshalb soll <...> die genaue Grenze zwischen beiden Pegeln gesucht werden" = Kainka ebd.. Tatsächlich wird also idealisiert zugunsten des mathematischen Modells, anstatt ebenso mit Unschärfen zu rechnen, wie sie im Gibbs-Phänomen und dem Quantisierungsrauschen auftreten.

Das griechische Vokalalphabet als Bedingung des Digitalen

- de Saussures differentielle Linguistik; eine diskursive Verfehlung vermeiden: Mit "digital" ist - seitdem die Epoche der zeitkritisch sequentiellen von-Neumann-Architektur des Computers diese Frage aufgeworfen hat - tatsächlich das Binäre gemeint. Medienwissenschaft geht vom modellbildenden Medium Computer aus, also von der Gegenwart; das Digitale, gekoppelt an das Binäre, ergibt den Computer. An dieser Stelle hilft auch Nelson Goodmanns Symbol-(statt Signal-)Theorie des Digitalen nicht mehr weiter, weil sie eben keine Medien-, sondern eine Symboltheorie des Ästhetischen ist)

- Vollendung - also auch Überwindung - des kulturtechnischen Paradigmas des altgriechischen Vokalalphabets liegt einerseits darin, daß die Diskretheit der Buchstaben tatsächlich digital verrechnet wird: im binären Code, der das Alphabet (oder die Schreibmaschinentastatur) nicht nur auf zwei Symbole oder Schaltzustände reduziert, sondern damit auch einen qualitativen Sprung vollzieht: seine Implementierbarkeit als Rechnung, als Mechanisierung des Alphabets in Kopplung mit der Booleschen Aussagenlogik. A. Markov errechnete 1913 die Wahrscheinlichkeit von Vokal- auf Konsonantenfolgen in Literatur statistisch; damit liegt binäre Digitalität im Vokalalphabet selbst verborgen. Ohne das Vokalalphabet wäre Markovs Analyse des *Eugen Onegin* von Puschkina witzlos: worin er nämlich die Wahrscheinlichkeit testet, daß auf einen Vokal ein Konsonant folgt, etc. Erst ein Alphabet, das kleinste lautliche Einheiten bis zur Sinnlosigkeit zu unterscheiden vermag, ist kalkulierbar.

- Fritz Heider, in "Ding und Medium" (1921), die 24 Buchstaben des Alphabets als lose Kopplung beschrieben: ein "Medium", woraus durch feste Fügung Form wird: "Literatur"

Es war eine basale griechische Operation, elementare Buchstaben zugleich als Zahlzeichen zu verwenden, welche das Digitale praktikierbar machte: "Der erste Schritt <zur Telegraphie> bestand <...> in dem Versuch, die einzelnen Buchstaben des Alphabets *durch die Zahl* der ihrer Stellung in der alphabetischen Reihe entsprechenden optischen Fackelzeichen (*alpha*

= 1; *beta* = 2; *omega* = 24) auszudrücken"³⁴ - damit im binären Zahlensystem anschreibbar, "durch paarweise kombinierte Ausschläge"

- Form der Lochkarte, seitdem sie Jacquard für Webmuster Ende des 18. Jahrhunderts entwickelte. Schon erreichen wir die gelöcherten Scheiben der technischen Sirenen: Apparaturen, wie sie Hermann von Helmholtz zur pneumatischen Erzeugen von Klängen und ihrer Analyse feinmechanisch bauen ließ. Dieses akustische Sieb steht einerseits der Lochkarte nahe (also "Null" im Sinne des digital-binären Codes, im Unterschied zu "Eins"); andererseits schreibt sich im Luftstrom durch das Loch tatsächlich der Vokal "O" - zwischen der Ziffer Null und dem Buchstaben "O". Vollziehen wir eine Analogie zwischen dem sprachlichen Verschluslaut (den Konsonanten) und den jeweils geschlossenen Flächen auf der Drehscheibe der Helmholtzschen Sirene; die offenen Löcher, durch die Preßluft strömt, entsprechen dann der alphabetischen Vokalisation. Die Lochscheiben der Helmholtz'schen Doppelsirene aber erzeugen, wenn gegeneinander gespielt, gar kein Klang mehr, weil die Frequenzen sich gegenseitig überschreiben. Das kulturtechnische Paradigma des griechischen Vokalalphabets verstummt.

Einen gewissen metaphysischen Rest aber wird auch das Rechnen mit Null und Eins nicht los. Gottlieb Wilhelm Leibniz optimierte (tatsächlich digitale) den Zeichensatz des griechischen Vokalalphabets durch Reduktion auf zwei Werte, die sich zwar von einer metaphysischen Spur nicht ganz lösen (An- und Abwesenheit), doch immerhin endgültig von der Sprache. Carl Friedrich Gauß aber "setzt bei seinen telegrafischen Versuchen um 1830 an die Stelle von 0 und 1 die Zeichen + und - und weist damit auf die Elektrifizierbarkeit der digitalen Codes hin" (Wolfgang Coy, Vortrag / Reader HyperKult 29.3.2003). Erst in dieser Kopplung wird das Diskrete als Bool'sche Logik rechenbar und eskaliert im Computer.

Musikalische Harmonieverhältnisse werden seit Pythagoras mathematisch und damit im Medium der alphabetischen Notation beschreibbar. Zwar hat sich seit der Spätantike und in Byzanz die musikalische Notation vom vokalalphabetischen Paradigma gelöst (die Neumen), doch kehren die *stoicheia* in elementarster Form als digitale Bits and Bytes digitaler Klangaufzeichnung und -wiedergabe wieder: das *re-entry* des altgriechischen Alphabets als Geschichtsfigur abendländischer Kulturtechnik. Denn am Ende können mit mathematischen Gleichungen im digitalen Raum alle Parameter von Musik adressiert werden.

Einer verspielten These zufolge läuft das griechische Vokalalphabet, in seiner Eintrainierung des Diskreten, auf die digitale Epoche hinaus; das Ägyptische demgegenüber auf den Neo-Platonismus.³⁵ Das von von Carl

³⁴ Wolfgang Riepl, Das Nachrichtenwesen des Altertums. Mit besonderer Rücksicht auf die Römer, reprogr. Nachdr. d. Ausg. Leipzig 1913, Hildesheim u. a. (Olms) 1972, 100, unter Bezug auf das von Polybios beschriebene System von Kleoxenos und Demokleitos

³⁵ Frei nach Jan Assmann auf der Podiumsdiskussion *Erinnerung zwischen Kulturwissenschaft und Meidenarchäologie*, Einstein-Forum / Stabi Berlin, 15. Mai 2003

Saganof SETI Programm (Search for Extra Terrestrial Intelligence) der Planetary Society in Pasadena (Kalifornien) ist der Versuch "to communicate the diversity of our planet's cultures and life to other intelligent species via noise messages digitally stored on a golden phonograph record and send aboard the Voyager 1 and 2 spacecrafts"³⁶.

Die analoge Übertragung ist weniger abstrakt als die digitale. Durch die *speech-to-text-Software via voice* von IBM werden - anders als über die buchstäbliche Tastatur des Computers - die Schwingungen der Stimme in Buchstaben (rück)übertragen, eine Art akustische Variante von Optical Character Recognition, wie sie uns aus Scannern vertraut ist. In welchem Verhältnis stehen Schwingungen zu Buchstaben? Digitale Nachrichtenübertragung ist zwingend darauf angewiesen, noch einmal jene Operation zu vollziehen, die auch jener namenlose Schreiber vollzog, als er die Gesänge Homers in diskrete Buchstaben übersetzte, um sie speicher- und übertragbar zu machen <siehe Powell 1991>. Denn um eine Nachricht der physikalisch immer prinzipiell begrenzten Kanalkapazität anzupassen, muß sie vor der Übertragung zunächst einmal in einzelne Elemente eines selben Typs (also ein Alphabet) zerlegt werden: zum in Buchstaben, wenn es um die Übertragung von Gesprochenem geht, oder in ganze Zahlen, wenn es um verrechenbare Daten des Computers geht. Diese Elemente können nur bestimmte, treppenförmig abmeßbare Werte annehmen; lateinische Buchstaben zum Beispiel können nicht die Vielfalt möglicher Geräusche menschlicher Kehlköpfe und Mäuler wiedergeben und somit der Nachricht nicht in allen ihren Schwankungen, Feinheiten und Details folgen. Der Preis des Digitalen ist die Reduktion, die Filterung und Rasterung physikalischer Komplexität. Das Analoge erinnert an die Welt der Physik, die das Digitale ausfiltert. Das Digitale ist immer nur ein Modell von Welt. Schon das Paradigma der Perspektive war die mathematische Berechnung des Bildes als Brechung der Realität. Heute macht es der Unterschied zwischen digitalem und optischen Zoom in Digital-Kameras manifest: digital wird etwas verrechnet, was nur durch die Physik des Optischen einholbar ist.³⁷

Ein Kriterium der Differenz von analog und digital: die Zeit

- Alan Turing formulierte eindeutig, daß der Digitalcomputer danach verlangt, Zeit als discrete zu behandeln. Die von-Neumann-Architektur mit ihrer strikten Umsetzung des Turing'schen Diktums, immer jeweils nur ein *bit* pro Zeitmoment abzuarbeiten, ist die Bedingung, die das binär-Digitale an seine technische Implementierung stellt: weg von dem aus Parallelität und Sukzessivität der Zeichen kombinierten System analoger Datenverarbeitung hin zur reinen Sukzessivität in der Prozessierung.

³⁶ Wolfgang M. Heckl, Fossil Voices, in: Durability and Change. The Science, Responsibility, and Cost of Sustaining Cultural Heritage, hg. v. W. E. Krumbein et. al., London (John) 1994, xxx

³⁷ Siehe Friedrich Kittler, Optische Medien, Berlin (Merve) 2002

- Gängige Klangsyntheseverfahren basieren auf dem eindimensionalen, auf Fourier zurückgehenden Prinzip einer aus der Zeit gelösten vertikalen Momentaufnahme eines als räumlich-statisch gedachten Klangspektrums, das durch eine endliche Anzahl von Sinustönen abbildbar ist. Dieses physikalisch-technische Verfahren ist "ganz im Denken des analogen 19. Jahrhunderts verwurzelt" und Basis für die seriellen Techniken auf der Materialebene. Im Digitalen dagegen herrscht ein grundsätzlich verschiedenes Paradigma: "das der *zeitlich* diskreten Rastertung von Einzelwerten eines Abtastvorganges im Binären. Damit wird aus *Klang* nach der analog-digital-Wandlung *Information*." Der Begriff des "bit" gilt seit Shannon als Maßeinheit von Information. Information aber ist, laut Norbert Wiener, weder Materie noch Energie. Dafür steht Sampling als technologisches Grundprinzip des Überführens analoger Klänge in diskrete Information <Harenberg 2003: 81>, geradezu "gramm(at)ophon" in Verankerung der Leistung technischer Aufschreibesysteme Ende des 19. Jahrhunderts: denn das Grammophon erlaubte, Klänge und Geräusche und Sprachen und Musik nicht mehr in Elemente einer abzählbaren Zeichenmenge (ein Alphabet also aus Buchstaben, Ziffern oder Noten) analysieren zu müssen, um sie speicherbar zu machen. "Analogmedien erlauben jeder Sequenz reeller Zahlen, sich als solche einzuschreiben" <Kittler, *Aufschreibesysteme*, Ausgabe 1995: 289>.

Die Konstruktion des mediengeschichtlichen Epochenschnitts "um 1900" referiert auf die Geburtsstunde *analoger Medien* wie Grammophon oder Film, die scheinbar unter Umgehung symbolischer und konventioneller Codierungen das Reale in seiner stochastischen Streuung selbst speichern können. Daraus resultiert auch der privilegierte Zugang zum Realen als Referenzobjekt, der diesen Medien aus der Welt selbst zugeschrieben wird.

- *digitaler Medienumbruch* besteht vor allem in der Möglichkeit der mathematischen, d. i. binären Darstellbarkeit fast aller Signalformen; die ‚Spezifiken‘ der alten Medien werden abgelöst von ihrer materiellen Form und im Raum des digitalen Meta-Mediums frei verfü-, änder- und kombinierbar <Exposé Jens Schröter / Böhnke zum Sammelband>

- In der von Grammophon, Mikrophon, Radio und Fernsehen vertrauten analoger Datenübertragung entspricht das vom Sender erzeugte Signal der Nachricht durch Proportionalität, d. h. es folgt allen ihren Veränderungen im Raum und/oder in der Zeit. Die Differenz des Digitalen zum Analogen liegt im Zeitbegriff und im Algorithmus (also im Operativen): "Zwischen 0 und 1 *gibt* es keine Zeit. Deswegen gibt es die Welt des Symbolischen. Es ist der Entzug des Realen, durch den es das Symbolische gibt."³⁸ Tatsächlich? Auch der symbolische Code ist auf materielle Einschreibeflächen verwiesen, irreduzibel. Für das Signal, technisch, ist klar: der festgelegte zeitliche Verlauf einer Spannung mit einer gegebenen Dauer. Digital = Manipulation des Zeichens statt des Trägers. Analogsysteme operieren synchron, d. h. ohne (Rechen)Zeitdifferenz in "Echtzeit" (etwa ein Plattenspieler; braucht allerdings auch minimale Zeit zur physikalischen Umsetzung der

³⁸ Bernhard Siegert, *Passage des Digitalen. Zeichenpraktiken der neuzeitlichen Wissenschaften 1500-1900*, Berlin (Brinkmann & Bose) 2003, 9

Abtastung: also keine "Nullzeit", die erst durch digitale Rechnung - als *re-entry* analoger Synchronzeit - hergestellt werden muß, etwa in SuperCollider); insofern unterscheidet sich das analog übertragene Fernsehbild ("live") noch vom digital übertragenen (zeiterzogen, dilatativ).

- Bildtelegraphie als -übertragung seit ihren Ursprüngen eine zeitkritische Frage der Synchronisation von Sender und Empfänger, um Verzerrungen zu minimieren. Eine Lösung war die digitale Kodierung der analogen Übertragungsprozesse: "Auf die Frage nach der Zeit im Bild folgt die Frage nach dem Digitalen und zwar als Auseinandersetzung mit der Störung."³⁹ Ein Vorzug der Digitalisierung liegt in der Option von Datenkompression und Fehlerkorrektur, die beide für den Transport von Information durch einen kostspieligen und störanfälligen Kanal von größter Bedeutung sind" - zur Korrektur von Telephonknacken, Radioknistern oder Fernsehschnee" <???, 24ff>.

- Das Digitale *zeitkritisch* denken; Oppositon analog/digital wird unterlaufen, sobald digitale Rechnungen die analogen Schwingungen selbst zu rechnen vermögen (Nyquist-Theorem der doppelten Frequenzhöhe). "Ein Signal wird digitalisiert, indem man es an verschiedenen Punkten abtastet. Wenn diese Abtastpunkte dicht genug nebeneinanderliegen, läßt sich daraus eine scheinbar perfekte Kopie erstellen. Für eine Audio-CD beispielsweise tastet man die Klänge eines Musikstücks 44100 mal pro Sekunde ab und zeichnet dessen Audiowellenform <...> als Kette einzelner Zahlen auf (die ihrerseits in Bits umgewandelt werden). Wenn man diese Bit-Ketten nun 44100mal pro Sekunde abspielt, erhält man eine ununterbrochene Wiedergabe der Originalmusik. Die aufeinanderfolgenden einzelnen Meßpunkte liegen zeitlich so dicht nebeneinander, daß unser Ohr sie nicht mehr als eine Aneinanderreihung getrennter Klänge, sondern als durchgehenden Ton wahrnimmt"⁴⁰ - vergleichbar dem Unterlaufen der menschlichen Wahrnehmungsschwelle als Bewegung durch 24 Bilder/Sek. im Film (und Grauwerte in s/w-Bildern zwischen 0 für schwarz und 255 für weiß). Doch nimmt das Unterbewußte diese Diskretheit dennoch wahr und erzeugt damit eine kognitive Dissonanz: Kognition *versus* "pétits perceptions"?

- "Das Entstehen eines kontinuierlichen Ganzen aus einzelne Bildpunkten verhält sich analog zu einem Phänomen, das wir in einem viel feineren Maßstab aus der wohlbekannten Welt der Materie kennen. Materie besteht aus Atomen. <...> Aber die Welt, wie wir sie kennen, ist ein sehr analoger Ort. Aus unserem makroskopischen Blickwinkel betrachtet, entwickelt sich nichts digital, sondern alles kontinuierlich" = ebd., 24; die analog/digital-Differenz macht allein aus medienanthropologischer Perspektive Sinn.

Re-entry des Analogen im Ästhetischen

- Lazlo Moholy-Nagy, begeistert von den Möglichkeiten des Phonographen, hat davon geträumt, neue Klänge in die Rillen einer riesigen Schallplatte zu modellieren.⁴¹ Eigengeräusche der klassischen Vinylscheibe werden in den neunziger Jahren digital gesampelt und in speziellen Plug-ins

³⁹ Christian Kassing / Albert Kümmel, Synchronisationsprobleme, in: Albert Kümmel / Erhard Schüttpelz (Hg.), Signale der Störung, München (Fink) 2003, 143-165 (164)

⁴⁰ Nicholas Negroponte, Total digital. Die Welt zwischen 0 und 1 oder Die Zukunft der Kommunikation, München (C. Bertelsmann) 1995, 23

archiviert. Für Ralf Großmann ist die Ästhetisierung analoger Sounds in Minimal Electronica charakteristisch für den Übergang zur digitalen Technologie. Sie folge einem Muster, das Marshall McLuhan als Gesetz der Mediengeschichte definiert hat: Die Botschaft einer medialen Epoche ist die jeweils vorhergehende. Sinnlich erfahrbar wird die technische Qualität eines Mediums in dem medienarchäologischen Moment, wo es noch nicht oder nicht mehr in seiner Funktion aufgeht, Inhalte zu transportieren: also zu Beginn und am Ende ihrer Laufbahn. So hat auch die Malerei über ihre Struktur und Materialität genau in dem Moment forciert reflektiert, also ihre abbildenden Funktionen von der emergierenden Photographie überboten und abgelöst wurden. Ebenso werden aktuell als Reaktion auf die digitale Technik die akustischen Besonderheiten analoger Medien thematisiert. "Dabei verklärt man das alte Klangbild, in dem die kratzende Nadel für Treue und Wärme der musikalischen Wiedergabe zu garantieren schien."⁴²

Anästhetik des Digitalen

- was sich der Wahrnehmbarkeit entzieht: "Information ist <...> genau wie *das Digital* eine abstrahierende Beschreibung für ein Medium, als dessen *Form* Klänge erscheinen können. Deshalb existiert keine *digitale Musik*, kein *digitaler Klang* an sich. Was wir nach der Digital-Analog-Wandlung wahrnehmen, sind Klänge, die digital vorliegend Daten *darstellen*."⁴³ Erst in ästhetischer Form, also phänomenologisch wird die Operation des Computers für menschliche Sinne faßbar - das sich uns damit als Einsicht (*theoría*) des Mediums immer schon entzieht.

- wird das Digitale die Spur der Verhaftetsein in der Welt nicht los, denn wie auch immer, immer muß es *embedded* gedacht werden. Es ist nicht weniger rein und abstrakt als der Gedanke (wie Derrida an Husserl kritisiert). Um die digitale Abstraktion zu erreichen, ist immer schon ein erheblicher negentropischer Aufwand nötig. Auch wenn dieser energetische Abfall buchstäblich *nicht zählt*, bleibt er - quantenmechanisch betrachtet - am Werk. Exemplarisch dafür steht die Elektronenröhre, eine Zeitlang das zentrale Schaltelement der frühen Computer. Wie es auch für ein Neuron im Nervensystem gilt, muß hier die elektronische Erregung einen Schwellenwert überschreiten, damit es zu einem Impuls kommt. Mit diesem Schwellenwert tritt die Spannung aus dem Reich des physikalisch Analogem ins ideelle Reich des Digitalen ein. Sein Verzug heißt Hysterese, das Nachwirken nach Aufhören der einwirkenden Kraft. Informatik nutzt die Hysterese, um Entscheidungen auf

⁴¹ Dazu der Aufsatz von Norbert Schläbitz, in: Kleinert / xxx (Hg.), Soundcultures, xxx

⁴² Ueli Bernays, Rezension von Kleinert (Hg.), Soundcultures, in: NZZ xxx

⁴³ Michael Harenberg, Virtuelle Instrumente zwischen Simulation und (De)Konstruktion, in: Soundcultures. Über elektronische und digitale Musik, hg. v. Marcus S. Kleiner / Achim Szepanski, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2003, 69-93 (78)

der Basis skalarer Eingangsgrößen im Grenzbereich mehr Stabilität zu verleihen.⁴⁴

- Information ungleich Materie ungleich Energie (Norbert Wiener)? "Das besondere Kennzeichen aller Kanäle ist, daß sie durchwegs in das Gebiet der Physik fallen."⁴⁵ Alle Information ist damit den Materialitäten verschrieben, in denen Codes übermittelt (oder verrauscht) werden. Dagegen setzt Anton Zeilinger seinen quantenphysikalischen Ansatz, der von der Verschränkung zweier entfernter Teilchen und damit der Überflüssigkeit einer Medientheorie des Kanals ausgeht. Und wo nicht mehr nur ein vordefinierter Zustand herrscht, sondern die Überlagerung mehrerer Zustände gleichzeitig, wird Binarität durch Beobachtung als Differenz erst hergestellt - die Heisenbergsche Unschärfe.

"Die systemtheoretische Konzeption (Bateson/Wilden/Luhmann) geht von einer kontext- bzw. beobachterabhängigen Anwendung der analog/digital-*Differenz* aus, bei der die Referenz nicht auf Maschinen geht, welche die Epochenschnitte 1900/2000 substantialisieren würde, sondern auf Codes, bzw. Formen der Codierung: analog-kontinuierlich-synchron oder digital-diskret-sequentiell, wobei "rein" analoge oder diskrete/digitale Verhältnisse selten vorkommen werden" =Exposé Schneider / Böhnke

- platonische Körper: Annahme einer der Mathematik korrespondierenden, die Erfahrungswirklichkeit transzendierende "reine" Gegenstandswelt, die ihrerseits wieder nur mathematisch zu verstehen ist. Platon erklärt im *Timaios* geometrische Formen zu letzten Weltelelementen; Begriff des Pythagoras, Welt aus Zahlen; Frege: formale Logik das Urbild aller mathematischen Kalküle, metahistorisch. Dagegen David Hilbert: Kalküle sind mit nichts weiter zu rechtfertigen als Widerspruchsfreiheit und Abgeschlossenheit. Intuitionismus: L. E. J. Brouwer: mathematisch existent ist nur, was auch wirklich konstruktiv gefunden wird⁴⁶

- fundamentale Trennung, die seit Kant eine philosophische Ästhetik der Sprachauslegung einer physikalischen Ästhetik der Messung entgegenstellt; analoge Messung zwar näher an der Physik, aber ungenauer

- Goodman (*Sprachen der Kunst*) denkt das Digitale von der philosophischen mathematischen Logik her. Damit aber ist nicht die Arbeit der Maschine beschrieben. Damit kann kein Computer die Welt rechnen.

- analoge Signalquelle wird digital analysiert (in Sampling-Raten), und in seine Frequenzanteile aufgespalten

- Leibniz, Kalkulierbarkeit der Welt / *Apokatastasis-Fragment*> "Sowenig es eine adäquate Zerlegung von Wirklichkeit in digitalisierbare Elemente gibt, sowenig gibt es auch eine adäquate Zerlegung von Problemen in

⁴⁴ Dazu <http://www.gedanken-macher.de/html/commentarioli/janeinhysterese.php4>

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

⁴⁶ Dietmar Dath, Zuflucht des Göttlichen. Komplexe Zahlen: Robert B. Brandoms Kritik an Frege, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 111 v. 14. Mai 2003, N3

entscheidbare Strukturbäume. Ebenso wie eine angemessene Codierung der Welt scheitert, scheitert auch ihre effektive Programmierung."⁴⁷

- Am Beispiel des Computerspiels *Blade Runner* (Westwood Studio, 1998), basiert auf dem gleichnamigen Film Ridley Scotts von 1982, erörtert Patrick Crogan den Widerstreit "between its interactive and narrative elements"⁴⁸ - zwei sich ausschließende semiotische Regime

- Spiele, die es nur für Computer gibt; Einleitungsvortrag David Friedrich: "*Ludus Computatorius - Das Spiel im Schatten der Maschine* unternimmt einen ersten Versuch, das Spiel in seiner reinen Substanz aus dem Schatten der elektrifizierten Rechenmaschine, des Computers, zu heben, um im nächsten Schritt das eigentliche Computerspiel zu beschreiben: zum einen die des Computer-Spiels, dem die Maschine als Verlängerung des Körpers dient, ähnlich einem Tennis- oder Golfschläger, und zum anderen die des Computerspiels, eines Spieles, das ohne Maschine nicht spielbar wäre" = Signallabor HU Berlin (Medienwissenschaft), 18. Teil der GAME-CIRCUITS-Reihe, 12. Mai 2017

- Arnold Gehlen diagnostiziert 1961b, "daß die Ideengeschichte abgeschlossen ist, und daß wir im Posthistorie angekommen sind" <323>. Diese Posthistoire trägt einen medienarchäologisch faßbaren Index, auf den das von Gehlen zitierte Wort Gottfried Benns verweist: "Rechne mit deinen Beständen." Nun wird das *Rechnen*, der *rechnende Raum* (Konrad Zuse) buchstäblich und mechanisch im Computer: ein Zustand, "wo das Erzählen wieder ins Aufzählen übergeht, *story* zu *storage* wird."⁴⁹

- Nicht fragen: Was *ist* das Digitale im Unterschied zum Analogen; schon diese Frage-Stellung (im Sinne Heideggers: *Was ist das, die Philosophie*) ist selbst digital, diskret, auf Unterschied setzend. Alternativ ließe sich *per analogiam* fragen. Die Frage ist vielmehr: seitwann ist emphatisch vom Digitalen die Rede. Und das ist seit Zeiten des Computers, indem er auf der Booleschen Logik basiert. Für die Fragestellung ist also der Computer selbst modellbildend.

- Eingangszitat Karsakov 1832, Satz eins: Mensch kalkuliert

- Begriff des Digitalisats (etwa gescannte Handschriften aus Staatsbibliothek Berlin); kommen Kunsthistoriker und Archäologen mit Digitalisaten nur bis zur ikonologischen Ebene, nicht aber zur materiellen Information, zur Information, die in der Physik des Materials liegt

⁴⁷ Dieter Mersch, Digitalität und Nicht-Diskursives Denken, in: ders. / J. C. Nyíri (Hg.), *Computer, Kultur, Geschichte: Beiträge zur Philosophie des Informationszeitalters*, Wien (Passagen) 1991, 109-xxx (111)

⁴⁸ Patrick Crogan, *Blade Runners: Speculations on Narrative and Interactivity*, in: *South Atlantic Quarterly* 101, Heft 3/2002, 657 (640)

⁴⁹ Hartmut Böhme / Peter Matussek / Lothar Müller, *Orientierung Kulturwissenschaft*, Reinbek (rororo) 2000, 148

- ein "Digitalisat" selbst nicht symbolischer Natur, sondern eine mechanische oder elektrische (elektronische) Verkettung materieller Zustände; gilt schon für das Rechnen mit Ziffern: jede schriftliche Notation derselben in ihrer schieren Materialität (etwa Graphit) "analog"; hat Konsequenzen für Begriffe wie "digitaler" Nachlaß

- Bücher als Hardware kultureller Tradition "need to be preserved in their original form. Hence microcopying, particularly of newspapers, cannot be regarded as a justification for the destruction of the originals."⁵⁰ Bücher gehen nicht in der Information auf, die sie vermitteln, sondern in ihrer originalen Konfiguration aus Papier, Druck und Band haben sie *einen intrinsischen Wert*. Selbst Exemplare desselben Buches (und die DB speichert Duplikate) "hat eine andere äußere Form und vor allem: eine eigene Geschichte" <Knoche, ebd.> Hier sprechen die Gebrauchsspuren in ihrer schieren Physik: weltanaloge Spuren des Realen, allen symbolisch reproduzierbaren Lettern vorgängig. So geht im digitalen Raum genau das verloren, was Knoche mit seinem Begriff der "digitalen *Bibliothek*" unwillkürlich schreibt: die Musealität und das Archivische, sprich: das Materiale und das Vorenthaltene.

- Projekt MPI / xxx, Cuneiform digital library Project: Auf WWW-Ebene zusammenfügen, was weltweit an Keilschriftfragmenten in Bibliotheken / Museen verteilt ist. Unter den Tisch fällt die klassische inhaltliche Erschließung von Daten im digitalen Raum oft; aber Erschließung geschieht eben nicht nur durch den Menschen: im digitalen Raum auch von der Maschine. Etwa bildstatistische Zusammenfügung von Fragmenten durch Kantenerkennung, geschieht im Blick des Rechners; andere Halbwertszeit der Information. Das Analoge: die Welt des Historischen das Digitale: der Versuch, Welt zu kalkulieren = Leibniz, Apokatastasipant, scheitert

Archive

- "... so würde von der Natur bis hin zur Gesellschaft eine umfassende 'digitale' und nicht mehr 'analogische' Übersetzung der Welt Platz greifen", schreibt Roland Barthes: "Der Binarismus <ist> die große Unbekannte der Semiologie"⁵¹; das Archiv ein Umwandler von kontinuierlichen, analogen Prozessen (Gegenwart, in seiner Metaphorik als "Leben") in diskrete Signale respektive Zeichenmengen, die damit der Rekombinierbarkeit harren

- systematische Klassifikation der Nachrichten in diskrete, kontinuierliche und gemischte Systeme. "Sowohl ihre Nachrichten als auch Signale, die im Transmitterprozeß festgelegt werden, bestehen aus einer Abfolge diskreter Symbole" = Erich Pietsch, Dokumentation und mechanisches Gedächtnis. Zur Frage der Ökonomie der geistigen Arbeit, in: Arbeitsgemeinschaft für Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, Heft 38, Köln / Opladen (Westdt. Verl.) 1954, 48 - Buchstaben

⁵⁰ National Libraries: Their problems and prospects, Paris 1960 (UNESCO Manuals for Libraries 11), 36, zitiert nach: Röttsch 1962: 3

⁵¹ Roland Barthes, Elemente der Semiologie, Frankfurt/M. 1983, 68f

nämlich. Als kodiertes Signal ist jede Nachricht bereits Teil des synchronen Archivs der Gegenwart. Information entsteht an Orten, wo sich die Materialität der Dinge ihrer kulturellen, also hermeneutischen Zirkularität zwischenarchivisch entzieht. Die älteste Darstellung eines Buchladens von 1499 zeigt einen Totentanz mit Setzer, Drucker und Buchhändler⁵²; typographische Diskretisierung korrespondiert hier mit der Modularität von Gerippen, der diskontinuierlichen Ästhetik des Archivs im Unterschied zur Unkalkulierbarkeit des Kontinuierlichen namens Leben. Ans Archiv gekoppelt, ist die - endliche - Menge unserer Informationen über Vergangenheit diskret gespeichert, im Unterschied zur kontinuierlichen Realität von Gegenwart (falls nicht ihrerseits in Nachrichtenform, also erneut diskret vermittelt)

- zwischen analog und digital: *Hysterese*; Einsatz analoger Röhren als digitaler Schaltelemente in frühen Computern. Informatik nutzt Hysterese, um Entscheidungen auf der Basis skalarer Eingangsgrößen im Grenzbereich mehr Stabilität zu verleihen. Etwa eine Automatik am Fahrzeug, die das Licht abhängig von der Helligkeit der Umgebung ohne Zutun des Fahrzeugführers ein- oder ausschaltet. Ohne eine Hysterese hätte man im Zwielficht, abhängig vom Wurf von Schatten, Helligkeitsschwankungen der unmittelbaren Umgebung, Schatten durch Bewölkung etc. mehr ein Blinklicht als eine vernünftige Beleuchtung. Ständiges Steigen über und Fallen unter den einen einzigen Schwellwert hätte das stete Ein- und Ausschalten des Lichts zur Folge. Eine einfache, kleine Modifikation des Entscheidungsmodells: zum einen Schwellwert tritt noch ein zweiter hinzu. Ist die Helligkeit der Umgebung erst einmal unter die Einschalt-Schwelle gesunken (engl. "low water mark") und die Beleuchtung aktiviert, so wird diese erst wieder deaktiviert, sobald die Umgebungshelligkeit über eine andere, deutlich höher liegende Schwelle (engl. "high water mark") gestiegen ist.

- Umberto Eco, *Offenes Kunstwerk*, Beispiel für Nachrichtentheorie Shannons: Wasserpegel

Somit hat man einen Grenzbereich gebildet, innerhalb dessen die vorher getroffene Entscheidung, unabhängig von den aktuellen Umweltbedingungen, stabil bleibt; man hat *eine künstliche Hysterese in das System eingeführt*.

- Analoge Photographie operiert auch technisch-physikalisch immer noch referentiell. Demgegenüber bringt Malevich mit seiner gegenstandslosen Malerei (dem *Schwarzen Quadrat*) die Referentialität auf den Nullpunkt. Damit wird der Weg frei für bildgebende Verfahren: die aber nur als Errechnung möglich sind, mathematisch also (von daher Pavel Florenskij, über Ikonen). Sind Bilder aus Daten überhaupt noch Bilder? "Digitale Bilder sind keine `Bilder´ im Sinne des Tafelbildes, sondern Modell von

⁵² Abdruck in: Reinhard Wittmann, Geschichte des deutschen Buchhandels, München (Beck) 1991, 33

Rechnerprogrammen. Eine dringend erforderliche Theoriebildung des digitalen Bildes muß notwendigerweise auf diesen Umstand aufbauen."⁵³

- Etymologie der *zeit* im Altindischen (da-ti), im Nordischen (tina) ... meint: "in etwas gesplittert, gespalten"

- Aufsatz Walter Seitter in Katalog *Painting Pictures*, Kunstmuseum Wolfsburg, 2003: Bilder war immer schon digital; Mosaik; Pinselstriche, Konvergiert hier das, was bildtechnisch auseinanderfällt? denn sie operiert diskret, "Strich für Strich", mit dem Pinsel⁵⁴; das Digitale verleitet dazu, digitale Formen kulturell zurückzuerinnern; Risiko, in dieser kulturgeschichtlich versöhnlichen Geste die Differenzen zu verschwischen; eskaliert die Digitalität, die das Mathematische meint und in Text-Bild-Differenzen allein nicht mehr faßbar ist. Daher der Begriff "Medienarchäologie": der ständig die Erinnerung an Diskontinuitäten wachhält. Linienzeichnende / vektorgraphische Maschinen mit horizontal wie vertikal abgelenkten Elektronenstrahlen einer Kathodenstrahlröhre wie Sketchpad (Ivan Sutherland, MIT, 1963) vs. fernsehähnliche Rasterpunktsysteme: Bildpunkte / Pixel, die in der Lage sind, im Computer gespeicherte Bilder auf einer Anzeigeeinheit abzubilden = ebd., 130; digitale Zeichnung ist "wissend", i. U. zum analogen Graphen, der trivial nur umsetzt, was Physik und Mechanik ihr gebieten (Caspar Borkowsky)

- Differenz digitaler "Raum" / Physik; ist die digitale Maschine mit der analogen Welt (der Physik also, eher als der Mathematik) durch den Strom / die Energie verbunden, als unvorstellbare Spur? Argument Editorial *Arifmometr*: Asymmetrie / Widerstreit zwischen Mathematikern und Ingenieuren. Hier liegt die Begründung des Maschinischen im Mechanischen (gegen Szilard, der der Entropie im Mechanischen für vernachlässigenswert hält?); Turing 1936: als Turing-Maschine abstrakt und zeitunkritisch; im Moment der Implementierung aber kommen Signale (Meßwerte) ins Spiel, die in Zahlen übertragen werden müssen, um digital rechenbar zu sein.

- jenseits von McLuhans Extension-Theorem: aktueller Kippunkt analog/digital: Medien werden von Welt-Repräsentations- zu Welterzeugungsorganen; Galileis Teleskop; Begriff der bildgebenden Verfahren (*imaging*)

- nicht schlicht das Digitale gemeint: mit Fingern gerechnet haben schon die Römer; das 19. Jahrhundert hat mit diskreten Meßgeräten nicht mehr nur Realität medial repräsentiert, sondern analysiert. Dazwischen: die Sonnenuhr, die analog mit Schatten voranschreitet, aber dann per analog/digital-Umwandlung diskret gezählt wird. Mit der Zählung geht Diskretisierung einher, im Unterschied zum Infinitesimalen (Leibniz) auf

⁵³ Gerhard Glüher, Von der Theorie der Fotografie zur Theorie des digitalen Bildes, in: kritische berichte 2/98, 23-31 (25)

⁵⁴ In: *Painting Pictures*. Malerei und Medien im digitalen Zeitalter, Ausstellungskatalog Kunstmuseum Wolfsburg, Kerber Verlag 2002, 30-34 (31)

der Spur des Analogen? Gemeint ist mit diesem Unterschied vielmehr das Digital-Binäre: der Computer als modellbildend (medienarchäologisch) für das spezifisch Digitale, damit nicht mehr er-, sondern zählbare.

- wird die analog/digital-Differenz als wesentlich (oder gar Wesensfrage) behandelt, als epistemologische Ruptur, oder der Schwellenwert betont? Differenz zwischen medienarchäologischem und mediengeschichtlichem Blick auf den "Umbruch"

- Virilio, daß die Elektronik die Aufhebung der Abschottung der Sinne untereinander heraufführt - und meint wohl das Digitale <dazu Barck et al. (Hg.) 1990: 453>. Der Computer verrechnet die Sinne nicht mehr als getrennte Kanäle, sondern genuin multimedial: "Es gibt keine einzelnen Medien, sondern die Medien sind in Verbundsystemen geschaltet. <...> Rauschen oder Zufälligkeit entsteht nach Shannon immer dort, wo Kanäle die Teilsysteme eines Medienverbunds aneinanderkoppeln."⁵⁵

- Konrad Zuse, *Der rechnende Raum*, 1969: digitaler Raum = rechnender Raum, "der den gesamten physikalischen Raum zu einem kybernetischen diskreten bzw. digitalen Universum macht"⁵⁶ - d. h. *filtert* und zur physikalischen Realität damit in etwa in einem Verhältnis steht wie das digitale "Bild" zum klassischen Bild. Wenn aber Begriffe der mathematischen Informationstheorie an die Stelle der Thermodynamik oder Quantenmechanik treten, gibt es einen Kurzschluß zur Philosophie des Pythagoras, demnach alle Welt Zahl ist

- digital meint recht eigentlich sowohl mechanisiert als auch mathematisiert

Digital versus narrativ? Analoges Erzählen, digitales Zählen

- auf dem Weg zu einer anderen Zeitkultur: von Paul Ricoeur, *Temps et Récit* zur diskreten Zeit; *epistémé* des Digitalen löst den phatischen Referenten Zeit in ein Begriffs-Custer aus Schwingungen, Frequenzen und Oszillatoren auf. Damit zersplittert die referentielle Illusion der Historie selbst zu Rauschen

- das Digitale eine Herausforderung an die uralte Kulturtechnik des Erzählens dar, weil es schlicht zählt. Der Witz ist nun, daß Heinz von Förster gerade das Zustandekommen seiner *quantenmechanischen* Gedächtnistheorie "von Anfang an" *erzählt*. Die Beobachterdifferenz zum Objekt geht also selbst mit einem epistemologischen Wechsel, einem Genre-Wechsel als Transportmedium menschlicher Information zeitbasierter Prozesse ("Geschichte") einher.

⁵⁵ Friedrich Kittler, Fiktion und Simulation, in: *Ars Electronica* (Hg.), Philosophien der neuen Technologie, Berlin 1989, 57-80

⁵⁶ F. E. Rakuschan, Junktim. Von der elektronischen Ursuppe zum Gehirnwassersiziliumwelt-Mix, in: *Nybble-Engine*, hg. v. CLIMAX (Jahrmann / Moswitzer / Rakuschan), Wien (Climax) 2003, 28-35 (35)

- erinnert das Anlegen numerischer Tabellen zur Memorierung von Geschichts-Daten (Jahreszahlen) an die Tradition der Annalistik. Es gab einmal eine Epoche in der abendländischen Vergangenheit, in der offenbar Zeitprozesse computiert wurden, diskret. Erst später hat sich ein narratives, lineares Geschichtsmodell eingeschoben.

- von Foerster unterscheidet Wissenschaft (*science*) von Systemischem Denken (*systemics*), um sie komplementär zu denken - ein Wortspiel, das nur im Englischen funktioniert: "Das Wort science kommt vom "schi", ist die indoeuropäische Wurzel und die heißt trennen <...>, und alle diese Schis sind alle Trennungssachen - das Großartige der Wissenschaft ist, es wird eben separiert. Taxonomie, einzelnes Dings, zu betrachten, was ist dieses Teilchen und jenes Teilchen."⁵⁷ Effekt des griechischen Vokalalphabets / Elementum, *stoicheia*. "Aber dann könnte man ja auch im Zusammenfunktionieren denken, und zusammen ist natürlich im griechischen "syn", zusammen und Zusammenstellen synhistemai, - und daraus kommt dann System" = ebd.

Den A/D-Umbruch aktiv denken

- "computer and networks; algorithms, codes, the digital <...>. We call it the machinic" = Giaco Schiesser (Hochschule für Gestaltung, Zürich), The wilful obstinacy of man - the wilful obstinacy of machines, in: Nybble-Engine; Broschüre zur gleichnamigen DVD <2003?>

- analoge Systeme durch das Fehlen von Differenziertheit charakterisiert; "ein digitales Schema dagegen ist durchgängig diskontinuierlich; und in einem digitalen System stehen die Charaktere eines sol/chen Schemas in einer Eins-zu-eins-Korrelation mit den Erfüllungsklassen einer ähnlich diskontinuierlichen Menge"⁵⁸ - insofern ein Notationssystem (disjunkt). Aufgabe des Analogcomputer ist es, "eine absolute Position in einem Kontinuum zu registrieren" <ebd., 155> - worauf Leibniz' Differentialrechnung zielte (oder hinterherläuft). Aufgabe des Digitalcomputers ist hingegen das "zählen" <ebd.> - *computer* im mathematischen Maschinensinn, Maschinen mit *mathesis*. Goodman illustriert die Differenz am Beispiel der "Zeit- und Zählapparate" <151ff>. Die Fehleranfälligkeit (Ungenauigkeit) des analogen Messens ist ein Defizit erst im funktionalen Kontext: digitaler Computer etwa war eine hochgezüchtete Zählmaschine, für Rechenaufgaben: H-Bombe (von-Neumann-Architektur), Los Alamos.

Äquidistante, zeitdiskrete Abtastung als solche

... ist zunächst, als denkbare Zeitfigur, eine Funktion der getakteten Räderuhr. Nächste Stufe: die "Zeytung", also Avisen / Nachrichten im wöchentlichen Rhythmus (Leipzig). Berichterstattungs- und

⁵⁷ I would call it Cybernetics. Heinz von Foerster im Gsopräch mit Gerhard Grössing, in: Nybble-Engine, hg. v. CLIMAX (Jahrmann / Moswitzer / Rakuschan), Wien (Climax) 2003, 19-21 (20)

⁵⁸ Nelson Goodman, Sprachen der Kunst, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1998, 154f

Nachrichtenwesen bedarf der Zwischenspeicherung von kontinuierlich eintreffenden Daten, gleich dem Prinzip elektrischer Kondensatoren: Ansammlung von Energie, dann zu einem bestimmten Zeitpunkt die Entladung, also Integrieren über die Zeit. In den Wirtschaftsnachrichten bzw. auf den Börsenparketten sind es Intervalle: Quartalsdaten von Firmen etwa, die jeweils die Börsenindices bestimmten und Nachrichtenwert haben. Die Alternative wäre eine (nahezu) unverzügliche Verrechnung einströmender Daten, eine Börse im Fließgleichgewicht mit der Wirtschaft selbst statt das Prinzip diskreter Schnitte: zeitdiskreter Input von Werten, auf die dann reagiert wird, so daß die Reaktion als Feedback wiederum die Datenquelle mitbestimmt.

- diskretisierende Vorgänge der Analog-Digital-Umsetzung schon vom mechanisierten Buchdruck gegenüber der Handschrift vertraut; im elektronischen Raum eskaliert dies erstaunlicherweise *nicht* um den Preis von Verlust an Welthaftigkeit, sprich: Signaltreue. Der technischen Umsetzung des Informationsparameters Signalamplitude in einen Digitalwert geht zunächst 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.⁵⁹

- *Abtastung* in der Signalverarbeitung [nach Wikipedia; Abruf Anfang Februar 2013] bedeutet zunächst die (zumeist) äquidistante Abtastung eines zeitkontinuierlichen Signals in ein zeitdiskretes Signal, d. h. eine Folge reeller Zahlen. Nichtperiodische *Zeitintervalle* zwischen den Abtastwerten stellen vielmehr eine Zeitmodulation dar, näher am Rhythmus denn am Takt (etwa die Send-on-Delta-Abtastung); Unterscheidung zwischen idealer und *realer* Abtastung.

Aus einem zeitkontinuierlichen wird durch Sampling ein zeitdiskretes Signal gewonnen - was zunächst noch keine Information darstellt. Mehrere Abtastwerte ergeben ein "Sample". Die mathematisch ideale Abtastung geschieht durch Überlagerung des Signals mit einem Kamm aus Dirac-Impulsen. Diesen idealen Abtastzeitpunkt aber gibt es *realiter* nicht. An dessen Stelle stritt eine Sample-and-Hold-Schaltung, welche den Wert eines Abtastmoments für die Länge - d. h. Delta- t - des Rechteckimpulses konstant hält.

[Delta- t = "Zeitbereich"]

- Symmetrieeigenschaften der Fourier-Transformation erlauben Abtastung im Spektralbereich; hier gilt das Abtasttheorem invers. "Die Aufgabe des Rekonstruktionsfilters im Zeitbereich übernimmt [...] im einfachsten Fall ein Schalter, welcher für die Zeitdauer $1/F$ durchschaltet und die restliche Zeit sperrt" - ein Zeitdigital.

⁵⁹ Richter 1988: 39f

- Begriff der Frequenz hier zeit- oder flächenbezogen? Ein Abtast-Moiré-Effekt ist entweder optischer natur oder akustisch (Schwebung); zeitliche vs. örtliche Diskretheit; Horst Hirscher, Abtast-Moiré-Phänomene als Aliasing, Preprint No. 111 (September 2004), hg. v. d. Fachrichtung Mathematik der Universität des Saarlandes, Saarbrücken 2004

- Abb.: Digitalisierung eines analogen Signals am Beispiel von 16 Stufen, aus: Leue 1988: 171, Bild 15.6

- "Sampling": Mehrfachsampling, Morphing: Überblendung; Effekt des kontinuierlichen Übergangs (analog) als Funktion des Digitalen. Sampling / zeitdiskrete Moment. Sampling-Theorem: doppelte Abtastrate, in Hinblick auf die höchste im Ursprungssignal vorkommende Frequenz (nicht in Hinblick auf die Wahrnehmung durch menschliche Sinne)

- *DES* (Descriptive Experience Sampling): eine strukturierte Tagebuchtechnik (momentary assessment). Die Probanden tragen eine Art Uhr, die 10-mal am Tag random piept. Dann müssen die Probanden ihr Tagebuch (bzw. Ihre Fragebögen) ausfüllen, in denen dann psychologische Konstrukte so operationalisiert sind, dass man sie daraus das tägliche Leben des Individuums sampeln kann. (Hurlburt 2006). Das Leben "sampeln" - wie schon Goethes Tagebuch

- Vorwort der von Robert Steiger zusammengestellten *dokumentarische[n] Chronik* unter dem Titel *Goethes Leben von Tag zu Tag* (Zürich / München 1982) unterstreicht, daß es sich dabei „um die ursprünglichste Einheit jeglichen Erlebens und Sich-Ereignens handelt“ <5>; „aus Tag nach Tagen besteht denn doch das Leben“ <Goethe an Johann Heinrich Voß den Jüngeren, 22. Juli 1821>. Das Leben vollzieht sich also weniger in organischen Zusammenhängen denn in diskreten Zyklen, die iterativ weitergezählt werden wie in einer programmierten Schleife. „Diese Optik der Momentaufnahmen erlaubt das Erfassen der feinsten und verborgensten Entwicklungsmomente“ <Steiger 1982: 5>. 24 Stunden pro Tag Totalaufzeichnung lassen sich im Medium Schrift noch leisten - Techniken einer Selbstaufzeichnung von Seiten Goethes, *écriture de soi* im Sinne Foucaults, und totale Observanz des Individuums von Seiten des Biographen. Erst in seine kleinsten Bewegungsheiten zerlegt wird es überhaupt zum *Individuum*. Und doch spricht sich im Begriff einer „Optik der Momentaufnahme“ bereits jenes technische Medium, das alle menschlichen (und mithin individuellen) Wahrnehmungsschwellen unterläuft: nicht mehr 24 Stunden Tagebuch, sondern 24 Bilder pro Sekunde Film.

- Sampling = zeitdiskrete Proben nehmen

Sampling *avant la lettre*

- Verkürzung der zunächst lang andauernden daguerreotypischen, helio- und photographischen Belichtungszeiten, also die Stauchung des zeitlichen Intervalls respektive Gegenwartsfensters (*Delta-t*), führt

sukzessiv und eher unter der Hand denn bewußt reflektiert zu einem neuen Modus im Begriff von Gegenwart selbst. Denn damit erfolgt eine zeitpunktweise Abtastung, gerdezu ein Sampling der Gegenwart, also eine Diskretisierung (und damit Speicher- und Berechenbarkeit) ihres vormals flüchtigen, stetig fortfliehenden Charakters - im Unterschied zum frühen elektromechanischen und dann elektronischen Fernsehen, wo ein gegenwärtiges Bild von einem kontinuierlichen Punkt (der dennoch nie idealiter auf einen Nullmoment, den Dirac-Impuls zu schrumpfen vermag) zunächst als Loch in einer rotierenden Scheibe (Patent Nipkow), dann als *flying spot* (Patent von Ardenne) eines Elektronenstrahls überstrichen wird.

Vom Sampler zum Harddiskrecorder: Medialität und Sound

- Sampling-Phänomene lassen sich nicht auf den Datenspeicherbegriff reduzieren; steht Sampling als Kulturtechnik für die Akzentverschiebung von speichernden zu dynamischen Verfahren. Die Referenzierbarkeit von Sound, vertraut vom "Incipit" der Hornbostel-Kennzeichnung auf den Verpackungsdeckeln der musikethnographischen Wachszyylinder, wird hier mikrotechnisch: Frühe Software-Sampler luden aus Gründen begrenzter Speicherkapazität nicht die vollständigen Samples in den RAM, "sondern lediglich die ersten Augenblicke" <Wikipedia: Eintrag "Sampling", Abruf 14. August 2013>, um dann zeitkritisch bei Abruf den restlichen Teil des Samples von der Festplatte nachzuladen und damit die Ladezeit selbst extrem zu minimieren.

- medienarchäologischer Rekurs (als „Systemvergleich“ alter und neuer Musikstudio-Praktiken) sucht die Frage zu klären, inwieweit die digitale Technik analoge Traditionen (etwa die Arbeit mit dem Magnettonband) er- oder fortsetzt. Eine vorschnelle Gleichsetzung von analoger und digitaler Tontechnik wird im Vergleich von chronologischer Linearität (Tonband) und synchronem Zugriff (Festplatte) hinreichend differenziert. Dazwischen steht die Einführung des elektronischen Time-Code

- Unterscheidung zwischen Sampling als Imitation und Artikulation

- Phänomene des Sampling sind auf eine technische Funktion zurückführbar, so daß die argumentative Basis weitgehend eine technologische Engführung sein muß. Damit wird die Ästhetik der Postmoderne medienwissenschaftlich geerdet; Deleuze/Guattari über "Signifikantenströme"

Sampling: präzise und metaphorisch, als Technik und als Medienkunst

- Digitalisierung eines analogen Signals am Beispiel von 16 Stufen, aus: Leue 1988: 171, Bild 15.6

- "Sampling" illustriert in seiner Begriffsverwendung idealtypisch die Differenz zwischen kulturwissenschaftlicher Diskursanalyse und

Wirkungsästhetik gegenüber medienarchäologischer Analyse, und mahnt an die Notwendigkeit, von medienwissenschaftlicher Seite immerfort harte Arbeit am Begriff zu leisten. Nicht auf der kulturellen Ebene ist Sampling (als pop-musikalische Praxis) eine Provokation, denn cut-ups existierten schon für die Tonbandkunst und literarisch (John Cage, William Burroughs) - das mithin postmoderne Nehmen und Dekontextualisieren von Versatzstücken. Die epistemologische Dimension liegt vielmehr in der radikalen Mathematisierung des analogen Ereignisses (Klang etwa): einmal im Zeitbereich (chrono-mathematisch: zeitdiskrete Abtastung) und dann im Amplitudenwertbereich (Quantisierung). Ein musikalisches Versatzstück von Schallplatte ist von einem grundverschiedenen anderen Wesen als das gleiche Stück von Compact Disc. Sampling unterläuft auf den ersten Blick die Diskriminationsfähigkeit menschlicher Wahrnehmung, zwischen Originalklang und digitaler Kopie zu unterscheiden, weil die kleinsten Elemente hier keine erkennbaren Sounds mehr sind, sondern quasi granulare Atome (eine Revolution, wie sie seit der Diskretisierung von Sprache durch das Vokalalphabet im Abendland nicht mehr vorkam). Tatsächlich aber kommt dieses technomathematische Ding dem Wesen menschlicher Wahrnehmung näher denn je zuvor, nämlich dem neurobiologischen Akt des Musterabgleichs (Wiedererkennung von Motiven, Autokorrelation) als neuronales "Durchrechnen" (wie Heinz von Foerster es auszudrücken beliebte).

- zeitdiskrete Abtastung; zusätzlich: wertdiskret

- Dirac-Stöße keine physikalische Meßeinheit, sondern ein mathematisches Werkzeug; Faltungseigenschaften

- Sampling immer Abtastung einer Funktion (Wärme, Ton, Bild u. a.); eine Funktion $f(x)$ abtasten; auf der Zeitachse wertdiskrete Punkte zeitdiskret abgetastet

Nyquist-Shannon-Abtasttheorem

- bandbegrenzte Signal wird demnach tatsächlich physikalisch detailgetreu reproduziert, also ein Signal von 20 kHz durch Abtastrate von 40 kHz. Umstritten bleibt die Impulshaftigkeit der Schalle, wie sie vom Ohr wahrgenommen werden: das Ohr leistet neben Frequenzanalyse auch Wahrnehmung des zeitlichen Abstands; dahingehend Gabors Argument für akustischen Zeitquanten und Wavelets

- Undersampling erzeugt Phantomfrequenz

- Diss. H. Raabe 1939; Nyquist 1928: "Certain Topics in Telegraph Transmission"; unabhängig von Shannon entwickelt durch Wladimir Alexandrowitsch Kotelnikow; Hans Dieter Lüke, Zur Entstehung des Abtasttheorems, in: ntz Bd. 31 (1978) Heft 4, 271-273

- Sampling-Theorem folgt unmittelbar aus Fourier-Analyse. Shannon-Nyquist-Theorem: Die Abtastfrequenz eines kontinuierlichen (aber

quantenphysikalisch immer schon "diskret" springenden) bandbegrenzten Signals (Einschränkung!) muß mindestens doppelt so hoch sein wie die höchste Übertragungsfrequenz, um daraus ein zeitdiskretes Signal zu gewinnen, aus dem das Ursprungssignal - wenngleich nur theoretisch, medienanthropologisch also: für menschliche Sinne, daran orientiert, nicht etwa an einem korrespondierenden andern technischen Medium, das es genauer sieht - ohne Informationsverlust rekonstruiert werden kann. Beliebig genaue Approximation ist möglich - was pragmatisch (wenngleich nicht theoretisch) genügt.

- Modulation Sinussignal 3200 Hz z. B. (Installation Deutsches Museum München) per AM, FM, PAM, PCM. Zeitdehnung macht Signalform PCM besser erkennbar

- "Sampling ist im Unterschied zum Zitat, das seine Sinnumgebung transportieren soll, eine Transport- und Verarbeitungstechnik von Material. Sein methodisches Prinzip ist nichts anderes als der direkte Zugriff aufs Signal."⁶⁰

Begriff des Sampling ursprünglich aus der elektronischen Musik; bezieht sich zunächst auf den Digitalisierungsvorgang, also die Wandlung von analogen in digitale Schallsignale, wobei die Amplitude des Analogsignals in festgelegten Zeitabständen mittels eines Analog-Digital-Wandlers ermittelt und gespeichert wird, so daß aus dem kontinuierlichen ein diskretes Signal entsteht. Dieser Abtastvorgang produziert Muster oder Proben (englisch "sample"). Beim Sound Sampling werden die Klänge anschließend verlustfrei kopiert und im Computer als Digitalaufnahme mit Hilfe von Filter, Mischpult weiterverarbeitet

Sampling und Medienrecht

- "Beim Sampling werden Teile fremder Aufnahmen elektronisch kopiert (gesampelt). Diese digitale 1 zu 1-Entnahme verarbeitet der Produzent zur Erstellung eigener Musik. Dabei kann es sich um einen Sound oder nur um einen Klangfetzen handeln, manchmal werden aber auch ganze Passagen übernommen oder Takte, z. B. eine Rhythmussequenz, die in der Wiederholung damals größten Ton- und (als sogenannter Loop) dann das Gerüst des neuen Songs stellt. Das übernommene Sample wird oft noch bearbeitet oder verändert, wie durch Effekte", oder Vermischung mit anderem Klangmaterial = Dieter Nennen, Samplen oder nachmachen?, in: KW Magazin Nr. 84 (November 2013), (www.Kulturmanagement.net) 12-15 (12); Rapper und Produzent Moses Pelham hatte einen ca. zwei Sekunden lange Rhythmuspart aus dem Kraftwerk-Song *Metall auf Metall* (1977) als Basis für seinen Sabrina-Setur-Song *Nur mir* entnommen. Rapper Bushido meinte, Passagen von durchschnittlich zehn Sekunden Länge aus Songs

⁶⁰ Rolf Großmann, Xtended Sampling, in: Hans Ulrich Reck / Mathias Fuchs (Hg.), Sampling. Ein Symposium der Lehrkanzel für Kommunikationstheorie an der Hochschule für angewandte Kunst in Wien, Wien 1995, 38-43 (39)

der französischen Gothic-Band Dark Sanctuary verwenden zu können: nicht erlaubt, so das OLG Hamburg im Oktober 2012

- kleinste Tonfetzen ("Samples") urheberrechtliche lange Zeit geschützt: <http://www.nennen.de/blog/blog/date/2013/01/21/artikel/tontraeger-sampling-was-ist-ueberhaupt-noch-erlaubt.html>

Loops

- Tilman Baumgärtel, Schleifen. Zur Geschichte und Ästhetik des Loops, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2015

- technische Basis zunächst: *closed groove records*, wo die Plattenrinne nicht spiralförmig sich ent-wickelt, sondern ohne Motor-Fortschritt (direkt-)geschnitten ist (Motor 1: Drehung Plattenteller; Motor 2 = Tonarmfortschritt; wird von Schaeffer abgeschaltet). Schaeffer schafft damit die *Étude Pathétique* 1949. Diese Loop-Kompositionen enden später, als Schaeffer auf Tonbandschleifen wechselt. Vgl. Heribert Eimer am "Spulentisch" des WDR-Studios für elektronische Musik.

Schaeffer konstruiert das Phonogene (Paris 1951), das heute auch als elektronisches Moduls (Hardware) oder Software-Modul (MaxSP) fortexistiert.

Berlin, Kongreßhalle, 1963: Kongreß *Musik im Technischen Zeitalter*, u. a. mit Schaeffer und Pierre Henry. Filmaufnahme unter YouTube

Moderator: "Bisher war der Klang ein Gefangener der <sc. physikalischen> Zeit"; nun mit technischem Gerät. Der Ton wird der Zeit entrissen und stattdessen der Klang in den Raum geworfen. "Eine neue Macht der Manipulation der Klänge", die nicht mehr "Musik" heißt.

- Pierre Schaeffer, *In Search of Concrete Music*

Der Kern der Digitalisierung: A/D-Wandlung (Felix Pfeifer)

- ontologische Frage "was ist" für die Definition des Digitalen unangemessen. Die Frage ist vielmehr: *was tut* das Digitale. Ohne seine vollziehende Technik ist der Begriff nicht denkbar; von daher setzt der Wissenschaftshistoriker Michel Serres auf einen prozessualen Begriff der Digitalisierung <Serres 2001: 178 f.; Hinweis: Robert Dennhardt>.

- wert- und zeitdiskrete Abstraktion (Fingerabzählen bis logische Information im Computer als bits)

Kulturtechnik; wenn aber schon Ackerbau eine Kulturtechnik ist, ist es auch das Sampling-Theorem?

- bezieht sich nicht auf das Technisch-Apparative, sondern auf das Informatische
- "Digital" macht nur Sinn als Adjektiv; diskrete Ökonomie der Abstraktion
- Binärspeicher (Flipflop); elektronisches Zählen von binären Daten, um sie für den Computer prozessierbar zu machen
- eindeutige Adressierbarkeit = Verfügbarkeit; tatsächlich eine zeitkritische Praxis (Miyazakis "Algorhythmik"); verlangsamt abgestastet und langsam wiedergegeben wird der Signalverlust sinnfällig, vs. Psychoakustik (MP3-Kompression)
- ging Begriff "digital" von Uhrziffern aus, LCD-Display
- statt ontologischer Fragestellung operativ differenzieren: "Digitalisieren" und "digital"; "digital" nicht notwendig binär; programmierbarer vollelektronische Computer ENIAC rechnet um 1945 mit dezimalen Werten wie fast alle mechanischen Rechenmaschinen zuvor
- Rechenleistung läßt sich entweder als Steigerung von Geschwindigkeit optimieren, oder alternativ: Field Programmable Arrays (FPA) für Parallelrechnung: gleichzeitig mehrere Bits verarbeitet. Parameter Geschwindigkeit elektrotechnisch ausgereizt; Aufheizung und Wärmestrahlung im Gigahertz-Bereich setzen hier physikalische Grenzen
- Alternativen zur gängigen A/D-Wandlung in Sample-and-Hold-Schaltung bilden Sensoren, die nur ihren Widerstand verändern (wie etwa Selen unter Lichteinwirkung), oder der Einsatz von Kondensatoren, deren Kapazität sich analog zum physikalischen Wert ändert (etwa Annäherung menschlicher Hand an einen Schwingkreis wie beim Theremin-Musikinstrument; gemessene Zeit ist dann proportional zum Abstand der Hand) und nach Maßgabe von "high" und "low" zu einer binär-diskreten Wertausgabe führt. Dabei wird die Zeit gemessen, die beim Auf- und Entladen des Kondensators vergeht. Aufgrund des angelegten Referenztakts läßt sich entscheiden, wieviel Zeit vergeht; Prozessortakt entscheidet, wie nach einer gewissen Zeit der Sensor statt Null nun Eins mißt - "zeitkritisch" im harten Begriffssinne; was passiert, wird gemessen: Transformation des Ereignisbegriffs in aktualistische Entscheidungen
- Lecher-Kreis = kapazitive Kopplung
- Im Verfahren der A/D-Wandlung zusätzlich zum zeitdiskret gesampelten analogen Signal parallel ein periodisches Vergleichssignal angelegt; folgt ein aktueller Vergleich kleiner/größer: *sample-and-hold*; gehaltener Wert verglichen mit Referenzsignal (etwa einer Rampe / Zeitachse in Oszilloskop); *plus* Sampling-Theorem: Takt gibt die Samplingrate vor (zeitdiskret); etwa einen Sinuston von 50 Hz mit einer Abtastrate von 100 Hz abtasten, um ihn verlustfrei zu reproduzieren

- Aliasing: wird Sinuswelle aus diskreten Abtastwerten rückgebildet, kann dieser eine andere Frequenz haben als das ursprüngliche Signal; Signal daher mindestens doppelt so schnell abtasten; CDs nicht mit 40000 Hz, sondern 44000 Hz

Die begrenzte Reichweite einer etymologischen Ableitung des Begriffs

- Im Kern von Begriff und medientechnischer Praxis der Digitalisierung die analog/digital-Wandlung; veritabler Akt "medialer Transkriptivität" = Jäger et al. 2008. Zwei Praktiken der Übersetzung dabei am Werk - einmal eine elektrophysikalische, sodann eine nachrichtentheoretische. Ein Sensor (also ein Meßakt) wandelt an der Schnittstelle des rechnenden Systems zur Umwelt zunächst eine eingehende physikalische Größe in eine Spannung um; dies ist die unabdingbare Voraussetzung dafür, daß dann vom elektronischen A/D-Wandler digitale Werte ausgegeben werden können: eine Arithmetisierung, durch welche Weltsignale erst rechenbar sind.

- Ästhetik des Diskreten und die epistemologische Denkbarkeit des Digitalen in Kulturtechniken des Abendlands tief verwurzelt und eng mit alphabetischen Schriften und linguistischen Begriffen verbunden. Erst in seiner hochtechnischen Eskalation wird das Digitalisieren diskursbestimmend und wirkungsmächtig geworden. Insofern gilt es auch der Verführung einer etymologischen Bestimmung des Digitalen zu widerstehen, sobald sie den funktionalen Kontext elektronischer Rechentechnik historisch unterläuft; Dennhardt 2008

- Begriff des Digitalen etymologisch aufgeladen: "digital" im weiteren Sinne ist alles, was wie mit Fingerrechnung abzählbar ist (von daher die Ableitung von lat. *digitus*). So weit gefaßt, verunklärt der Begriff jedoch die kritische Einsicht in heutige medienkulturelle Lagen (ein ähnliches Problem liegt im Mediumbegriff selbst).

Auf den Macy-Konferenzen in New York, also im Rahmen der emergierenden Kybernetik als Wissenschaft, wird 1946 die Differenz von analog und digital ausdrücklich thematisiert; Pias (Hg.) xxx. Zu jener Zeit koexistierten Digital- und sogenannte Analogcomputer, die sich im Zeitverhalten radikal unterscheiden. Digitalcomputer processieren Signale als alphanumerisch kodierte Daten (in der von-Neumann-Architektur) strikt sequentiell ("one bit at a time"). Welthafte Signale werden in Symbole, konkret: rechenbare Zahlen übersetzt.

Eine Welt der Signale

- Kybernetik nähert sich dem Signalbegriff als Information, also körperlos. Um aber stattzufinden, muß Information verkörpert sein: "Alle Signale sind Zeitfunktionen physikalischer Größen, z. B. elektrische Spannung. Die physikalische Größe wird *Signalträger* genannt. <...> Die zu übertragende

Information wird einem Parameter des Signals (z. B. Amplitude des Signalträgers) aufgeprägt. Dieser Parameter des Signals wird *Informationsparameter* genannt" = Hans Fuchs / Lothar Könitzer, Digital Meßwerterfassung, 2.Aufl. Berlin (VEB Verlag Technik) 1975, 9. "Kann der Informationsparameter in den technisch bedingten Grenzen jeden beliebigen Wert annehmen, so spricht man von *analogen Signalen*" = ebd., etwa Sinusschwingung

- "Kann der Informationsparameter in diesem Bereich nur endlich viele diskrete Werte annehmen, so wird das Signal als *diskretes Signal* bezeichnet. Besonders einfach erweisen sich solche diskreten Signale, bei denen der Informationsparameter nur zwei Werte annehmen kann; diese Signale werden als *binäre Signale* bezeichnet" = ebd.

- Digitale Signale bilden eine Analogie ("Entsprechung") zweiter Ordnung: "*Digitale Signale* sind solche diskreten Signale, bei denen die diskreten Werte des Informationsparameters Worten eines vereinbarten Alphabets entsprechen, d. h., daß alle kodierten Signale digitale Signale sind" = ebd.

- zeitkritische Impulse = zeitliche *Stellung*

Begriffsbestimmungen

- Digitalisieren im technologischen Sinne Hochzeit von Physik und numerischer Logik; Allianz von kontinuierlichen Größen und diskreten Werten. Implizit wird mit diesem Begriff etwas vorausgesetzt, das nicht-digitaler Natur ist: die physikalische Umwelt. "Ausführung setzt Physikalismus voraus und dieser ist im Widerspruch zum digitalen Mechanismus" (Kommunikation Oswald Berthold, November 2009)

- verbirgt sich hinter Shannons binärem Informationsbegriff schaltalgebraische Allianz von Logik und Materie; privilegierten erst elektromagnetisches Relais, dann Elektronenröhren in Flipflop-Schaltung und schließlich Transistoren ingenieurstechnische Operationen im An/Aus-Modus. Der binäre Code als privilegierte Form des Digitalisierens resultiert aus der pragmatischen Tatsache, daß solcherart kodierte Information effektiv an elektromagnetische Relais übergeben werden; mit vollelektronischer Kippschaltung mithin in einem Zeitfenster prozessierbar, das jenseits menschlicher Kulturtechniken des Öffnens / Schließens ("Tür") liegt

- Digitalisieren eine ganz und gar technologische Praxis, beruht aber auf einer konzeptionellen Loslösung von Materie und Energie im Namen von Information <Wiener 1948/1968>. Im Kontext eines technologisch definierten Digitalen sinkt der Energieeinsatz auf eine mikro-, mithin subkritische Dimension und ist damit (anders als es in Analogmedien der Fall ist) nicht entscheidend für das Gelingen der Operation. Diese Abstraktion stellt eine medientheoretische Leistung des 20. Jahrhunderts von epistemologischer Tragweite dar.

- "Digital" eine nachrichtentheoretische Qualität; macht von daher nur als Adjektiv Sinn (Robert Dennhardt)

- Digitalisieren meint zunächst die *Prozessierung*, also einen technologischen Vollzug von Informationsverarbeitung in Form von diskreten Datensequenzen, die sich im Wesentlichen auf die Binärziffern 0/1 reduzieren lassen (binär-diskret). Daten haben in ihrer digitalen Form Zahlenwerte - mit denen u. a. Zahlen im arithmetischen Sinne, aber ebenso andere Signale kodiert sind, wie die Multimediawelt uns täglich bunt und lärmend vor Augen und in die Ohren führt. Im elektronischen Computer werden solche Daten als Impulsketten verarbeitet, deren Ziffernwert auf zwei Informationsmöglichkeiten reduziert ist, das *bit* ("binary digit"). Elektrophysikalisch repräsentiert wird es durch die Spannungspegel High und Low, interpretiert als die "0" und "1" des dualen Codes).

_ Konsequenzen für den Begriff der Kommunikation: Unterhalten sich Menschen unmittelbar oder in der von Analogtechniken wie Radio und Telefon augmentierten Form, geschieht dies auf der Grundlage von nieder- und hochfrequenten Schwingungen. In elektronischen Datenverarbeitungsmedien aber zählen physikalische Ereignisse allein in kodierter Form als Information, elektrophysikalisch realisiert in Ketten und Gruppen getakteter Impulse. Dies ist eine von der Morsetelegraphie her vertraute Form; insofern geht die digitale Kommunikation den Analogmedien voraus, um später umso mächtiger wiedereinzukehren. Inzwischen werden auch die klassischen Fernsprechsignale in Impulsformen umgesetzt, deren Verstärkung und Verarbeitung deshalb besonders einfach ist, weil hier nur noch Schalter diskret auf- und zugehen, ohne Rücksicht auf stetige Zwischenwerte nehmen zu müssen.

"Diese 'Digitalisierung', die Überführung aller Informationen in die den elektronischen Datenverarbeitungsmaschinen gemäße Form von Folgen gleich großer und gleich langer Impulse, die die Information nur durch ihre zeitliche Gruppierung ausdrücken" = W. T. Runge, Elektronische Geschwindigkeit ist keine Hexerei (Vortrag, gehalten auf TELEFUNKEN-Empfang der Fachpresse anlässlich der Hannover-Messe 1966), in: radio-tv-service Nr. 77/78, 19xxx, 2895-2899 (2898)

Die Notationsform von Zahlen nach ihrem horizontalen, nicht mehr geometrisch-figurativen Stellenwert stellt mathematikgeschichtlich jene Eskalation dar, welche zugleich abstrakte und mechanisierbare Operationen mit ihnen ermöglicht (während das Rechnen mit dem Abakus ein konkret-anschauliches bleibt). Digitalisierung im engeren Sinne ist gekoppelt an diese Zuweisung, denn in ihrer mechanisch effektivsten Form erscheint sie als binäres Notation, wie sie Gottfried Wilhelm Leibniz 1703 als Alternative zum Dezimalsystem entwickelte. Der alphabetische Code ist hier auf zwei Symbole reduziert - was später in einer Ökonomie von Rechenzeit *versus* Einfachheit resultiert. Ein zeitkritisches Argument:

- der medienarchäologische Blick: "The length of numbers in binary notation is at least double that of numbers in the decimal system <...>. This makes the binary system impractical for human calculators, but it does not upset computers in the least. From the computer's point of view, these sequences of 1 and 0 are convenient, for they are easily

codified in electric signals; the passage of current expresses 1, its interruption 0" = Denis Guedj, Numbers. The Universal Language, xxx (Thames & Hudson) xxx, 59. Einmal unter Strom gesetzt, egalisiert die blitzschnelle Geschwindigkeit elektronischer Rechner den (aus menschlicher Sicht) Nachteil der längenhaften Notation, weil er den phnomenologischen Zeitsinn vielfach unterläuft.

- Impulsketten als spezifische Verkörperungen des mathematischen Stellenwertsystems (hier zur Basis 2) werden im Computer entweder sequentiell oder vermittels des Bus-Systems zeitlich gruppenweise (also parallel) zunächst in Nibbles, also Vierergruppen, dann in achtstelligen Bytes oder größeren Worten verarbeitet.

- Digitalisierung in erster Linie: Rücksichtnahme auf das Wesen hochtechnischer Maschinen

- "digital" (von lat. *digitus*) buchstäblich "mit Fingern" zählen, meint präziser aber: mit Zahlen etwas tun. Für *digits*, also Zahlensymbole, gibt es verschiedene Realisierungen. "Digitalschaltungen kennen am Ein- und Ausgang nur die Werte 1 und 0, allenfalls eine Reihe von festgelegten Stufenwerten, deren entscheidendes Merkmal es ist, im Rechenprozeß deutlich unterscheidbar zu sein⁶¹, also zeitkritisch das von Nelson Goodman definierte Kriterium der Disjunktheit zu erfüllen.⁶²

Medienepistemologisch bedeutet Digitalisierung die Übersetzung von Welt in operative Mathematik (sofern der Welt selbst nicht schon im pythagoräischen oder quantenphysikalischen Sinne Mathematikhafte unterstellt wird).

Schauplatz dieser "Übersetzung" ist die Schnittstelle von Umwelt und Rechenmaschine (die gleichwohl selbst Teil der physikalischen Welt ist, die sie als Information simuliert).

Analog-Digital-Umsetzer liefern an ihrem Eingang einen binären Digitalwert, der proportional zu einem angelegten Spannungswert ist. Umgekehrt ist es möglich, von einem Mikrocomputer erzeugte Zahlenwerte als Analogwerte auszugeben, die dann etwa als Töne vernehmbar sind.

- Digitalisieren transformiert also nicht stetige Eingangssignale in stetige Funktionen (wie analoge Medien es vollziehen und Analogcomputer es modellieren), sondern leistet auf numerischer Basis die diskrete Abtastung welthaftiger Signale in möglichst gleichabständigen Zeitpunkten.

Prolog

⁶¹ Siehe Siegfried B. Rentzsch, Begriffe der Elektronik. 4018 Fachwörter kurz und bündig erklärt, 4. überarb. Aufl. Poing (Franzis) 1995, 100

⁶² Dazu Nelson Goodman, Sprachen der Kunst, xxx

- Digitalisierung zu einem kulturellen *umbrella word* geworden, zu einer Metapher für die computerisierte Medienkultur der Gegenwart. Tatsächlich aber meint Digitalisierung im strengen Sinne -und von daher ist ihr diskursiver Gebrauch eine Synekdoche - ein präzises technomathematisches Verfahren, das im 20. Jahrhundert zur rechnenden Bewältigung technobasierter Kommunikation geworden ist. Es handelt sich mithin um eine technomathematische Praxis, die als Verfahren zu einem eigenen Modus der kulturellen Kommunikation geworden ist.

- zunächst informationstechnische Definition der Digitalisierung; zeitigt diese Praxis der Digitalisierung Konsequenzen von epistemologischer Dimension; damit wird der Begriff auch zu einem erkenntnistheoretischen

Begriffsverwirrungen

- französisch "Digitalisierung" (präziser) *numérisation*; Begriff "numérique" bringt den Unterschied des Digitalcomputers zur "analytischen Methode" buchstäblich auf den Punkt (auf deren Seite der Analogcomputer steht, optimiert auf die Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen)

- Unter "Digitalisierung" wird gemeinhin etwas subsumiert, was sich genau betrachtet in Diskretisierung und Binarisierung ausdifferenziert. Ist in einer Kultur, deren modellbildendes Medium der Computer ist, von "digital" die Rede, wird damit stillschweigend auch der Nebensinn von "binär" und "diskret" mitgedacht

"Digital" ist - der gängigen Diskurspraxis zum Trotz - nicht der Gegenbegriff zum "Analogen"; hierfür reicht bereits der Begriff des "Diskreten" hin. Diskretisierung, so die These Marshall McLuhans, ist eine kulturelle Praxis, die nicht erst mit dem spätmittelalterlichen Uhrtakt und später den Maschinen allgemein wurde (Lewis Mumford), sondern bereits mit dem altgriechischen phonetischen Alphabet als Diskretisierung kontinuierlicher Sprachflüsse einsetzte

- "Alphabete sind seit dreieinhalb Jahrtausenden der Prototyp alles Diskreten. Ob aber die Physik trotz ihrer Quantentheorie allein als Teilchenmenge, nicht als Wellenüberlagerung zu rechnen sei ist keineswegs erwiesen".⁶³

Der spezifisch abendländisch Modus wissenschaftlicher Forschung, nämlich die Analyse, ist damit epistemologisch ins Werk gesetzt. Das Vokalalphabet stellt eine Form symbolischer Sprachanalyse dar und führte zur Elementarisierung des Sprachbegriffs selbst, woraus schon Aristoteles die protolinguistische Konsequenz zieht: die Entdeckung der "Phoneme" und der "Artikulation" als Schrifteffekt. Eine Eskalation dieser Diskretisierung findet in dem Moment statt, wo sprachliche

⁶³ Friedrich Kittler, Code oder wie sich etwas anders schreiben lässt, in: Karin Bruns / Ramón Reichert (Hg.), Neue Medien. Texte zur digitalen Kultur und Kommunikation, Bielefeld (transcript) 2007, 88-95 (93)

Kommunikation an technische Schriften deligiert wurde, vornehmlich in Form des telegraphischen Morse-Codes.

- Zeit-Definition durch Aristoteles stellt bereits einen Modus des alphabetbasierten Denkens ("Analyse") dar, einer These McLuhans zufolge: einerseits Diskretisierung, andererseits Ausrichtung auf den Sehsinn - als *optische*, nicht sonische Bewegungswahrnehmung (alternativ: Klang)

Gemäß Nelson Goodmanns Symboltheorie ist jede Form der Notation, die distinktiv Eindeutigkeit herstellt, "digital" (im Sinne von unterscheidbar).⁶⁴

Zugleich wird damit - so McLuhans Verständnis der Medienhistorie weiter - der (schreibende, lesende) Augensinn als Informationsaufnahmekanal gegenüber dem Ohr privilegiert. Dieser Prozeß wird durch die Mechanisierung der Schrift im Buchdruck noch verstärkt.

- Phonograph seit 1877 eines der ersten technischen Medien im engeren Sinn dar, insofern er nicht auf der symbolischen, sondern technisch-physikalischen Ebene operiert; bricht damit die Vorherrschaft des diskreten Alphabets durch Aufzeichnung tatsächlicher Klangflüsse im akustisch Realen ("analog"), und es bedurfte eines langen Umwegs, bis der zunächst als reiner *number cruncher* konzipierte Computer sich selbst infolge der Beschleunigung seiner Datenverarbeitung (auf der Basis von Elektronenröhren, später Transistoren) als fähig erwies, durch das Verfahren des stichprobenhaften Samplings (also das Digitalisieren linearer Signalströme) sonische und phonische, gemeinhin: linguistische Artikulation einerseits, und zweidimensional in Spalten und Linien angeordnete Information (also pixelbasierte Bilder) andererseits zu verarbeiten und zu resynthetisieren.

Wird in der Gegenwart von digitaler Kultur gesprochen, ist damit zumeist im tatsächlichen Sinne diese Form von binärer Datenverarbeitung gemeint, also die Verfahrensweise des Computers in der bis heute weitgehend dominanten von-Neumann-Architektur.

- mathematische Theorie der Information, seit ihrer durchschlagenden Formulierung durch Claude Shannon und Warren Weaver (1949), definiert Information als das "Maß für die Freiheit der Wahl, wenn man eine Nachricht auswählt"⁶⁵; geschieht dies in Schritten einer binären Auswahl (also im Logarithmus zur Basis 2), ist damit die kleinste Informationseinheit des Digitalen, das *bit*, definiert.

- Als Information verliert das Signal seine Eigenzeitlichkeit als physikalisches Ereignis. Um diesen Preis erlaubt die zeitdiskrete Abtastung

⁶⁴ Nelson Goodman, Sprachen der Kunst. Entwurf einer Symboltheorie, Frankfurt/M. 1997 (EO Structures of Appearance, 1951]

⁶⁵ Claude Shannon / Warren Weaver, Mathematische Grundlagen der Informationstheorie [AO 1949], München (Oldenbourg) 1976, 18

analoger Signale genau dies: die numerische Adressierung, also Berechenbarkeit eines Klangereignisses als Summe seiner Frequenzen.

"Man könnte nun annehmen, dass sehr feine Details sich einer Codierung durch ganze Zahlen entziehen. Manche konstruieren daher einen Gegensatz zwischen digital und analog und sehen darin zwei Welten <...>. Die Digitalisierung bildet demnach die Grundlage für Rechner und die Simulation logischer Schlussfolgerungen, während das Analoge eher dem stetigen Charakter der Materie und der Realität entsprach." Das Abtast-Theorem hat diese Dichotomisierung als Metaphysik enttarnt und stellt vielmehr "einen strengen Zusammenhang zwischen analogen und digitalen Signalen her. <...> Will man Details der Größe T auf einem Signal erkennen, genügt es, den Wert des Signals in Abständen abzutasten, die kleiner als $T/2$ sind. Den zeitlichen Abstand zwischen zwei Abtastvorgängen bezeichnet man als Abtastperiode, deren Kehrwert als Abtastfrequenz."⁶⁶

- Digitalisierung, als "Sampling", ein Meßakt, der flexibel auf die Zeitlichkeit ("Frequenz") des Signals reagiert. Welt wird damit nicht der "vulgären Zeit" (Martin Heidegger) des dauerhaft und abstrakt gleichmäßigen Uhrtakts unterworfen, sondern die technisch getaktete Zeit (also eine Funktion der numerischen *Messung* im Sinne von Aristoteles) paßt sich der Frequenz der Signale, also der Welthaftigkeit der ("analogen") Physik selbst, an.

Shannons Definitionzufolge lassen sich sowohl analoge (kontinuierliche) wie diskrete Signale "nahezu vollkommen zuverlässig" (Serres / Farouki a.a.O.) übertragen, sofern sie entsprechend binär auf die Kanalkapazität hin kodiert werden.

- analoge Weltsignale durch Digitalisierung wieder einer genuin kulturtechnischen Praxis zugänglich: der Lektüre. Im Unterschied zum passiven Buchdruck, der erst durch menschliche Entzifferung in Bewegung gerät (gemeinhin "Imagination"⁶⁷), sind die in digitalen Rechnern implementierten Symbole selbst handlungsfähig

Die linguistische Variante von "Digitalität"

Aristoteles weiß, daß die analytische Unterscheidung von Phonemen in der Sprache ein Effekt ihrer Notation in diskreten, an sich bedeutungslosen Symbolen ist; so vollzieht sich die Geburt der Linguistik im Geist des Vokalalphabets.

⁶⁶ Michel Serres / Nayla Farouki (Hg.), Thesaurus der exakten Wissenschaften, Frankfurt/M. (Zweitausendeins) 2001, Eintrag "digital", 175f (176)

⁶⁷ Dazu Friedrich Kittler, Aufschreibesysteme 1800/1900, München (Fink) 1985, unter besonderer Berücksichtigung der poetischen Verfahren in der Romantik

Fernand de Saussures Linguistik erklärt Sprache aus rein differentiellen (Binär-)Operationen diskreter Phoneme und anagrammatischer Schriftspiele. Jakobson weitet diesen Ansatz auf die Analyse grundsätzlich aller quasi-sprachlichen Systeme der Kultur aus.⁶⁸

Roman Jakobson, im Bestreben einer Philologie im (und für das) Informationszeitalter⁶⁹, übernimmt die zu ingenieurstechnischen Zwecken, ausdrücklich *nicht* auf Bedeutungsvorgänge zielende Nachrichtentheorie und die damit verbundene Elementarisierung der Analyse für sein Modell einer semiotischen Linguistik und modifiziert sie zu diesem Zweck: "Jakobson zog es vor, statt vom Codierungsprozeß vom 'Code' zu sprechen. Dieser 'Code' stellte nicht wie bei Shannon eine Entsprechung zwischen Signal und Nachricht her, sondern zwischen einer Nachricht und ihrer Bedeutung"⁷⁰ - eine Verschiebung hin zur Semantik.

Mit der Adaption der Nachrichtentheorie ist Jakobson auch von deren Irritationen heimgesucht: dem Signal-Rausch-Abstand, der sich im Falle von poetischen Ambiguitäten zugleich hermeneutisch stellt.⁷¹

- Im unterschiedlichen Rauschverhalten unterscheidend sich "analog" und "digital": Elektronenröhren vermögen - im Unterschied zu numerisch kalkuliertem Pseudo-Zufall in Chiffriermaschinen wie der ENIGMA und zu menschlichen Versuchen, Zufallsreihen ohne mittelfristigen Mustern zu genießen - echtes Rauschen zu erzeugen)

Für wohldefinierte Begriffe in der Medientheorie

- Wohldefinierte Begriffe der Medientheorie (beginnend mit dem Wort "Medium" selbst) verliert sich nicht in der etymologischen oder umgangssprachlichen Kontextualisierung von Begriffen; für Philosophieren mag dies zwar fruchtbare sein (*nota* Martin Heidegger), also für die internen Resonanzen sprachlichen Gedächtnisses, doch technische, technologische und technomathematische Ereignisse sind primär non-diskursiver, nicht-sprachlicher Natur. Die Etymologie des Digitalen erinnert an (lat.) Finger, erlangt nachträglich Bedeutung aber allein aus seiner

⁶⁸ Siehe etwa Roman Jakobson, *Fundamentals of Linguistics*, 1956

⁶⁹ Zu diesem Begriff: Roman Jakobson, *Selected Writings*, xxx, Bd. II, 570

⁷⁰ Slava Gerovitch, Roman Jakobson und die Kybernetisierung der Linguistik in der Sowjetunion, in: Michael Hagner / Erich Hörl (Hgg.), *Die Transformation des Humanen. Beiträge zur Kulturgeschichte der Kybernetik*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2008, 229-274 (240), unter Bezug auf: Roman Jakobson, *Linguistik und Poesie* [1960], in: ders., *Poetik. Ausgewählte Aufsätze 1921-1971*, hg. v. E. Holenstein / T. Schelbert, Frankfurt/M. 1979, 88ff

⁷¹ Zu Jakobsons Formulierung von "semantic noise" siehe Erhard Schüttpelz, *Quelle, Rauschen und Senke der Poesie*, in: Georg Stanitzek / Wilhelm Voßkamp (Hg.), *Schnittstelle: Medien und kulturelle Kommunikation*, Köln (DuMont) 2001, 187-xxx (200)

eingegrenzten Funktion: nicht etwa Zeigen oder Berühren, sondern (in diskreten Schritten) Zählen - hier als dekadisches 10-Finger-System; Zur mittelalterlichen Zählhand und fingerbezogenen Komputistik: Horst Wenzel, Von der Gotteshand zum Datenhandschuh. Zur Medialität des Begreifens, in: Sybille Krämer / Horst Bredekamp (Hg.), Bild - Schrift - Zahl, München (Fink) 2003, 25-57

- "Daher wird digital nur im Kontext mit Zahlen korrekt verwendet. Sie entstehen aber erst dann, wenn den diskreten Werten Zahlen zugeordnet werden" = Horst Völz, Wissen - Erkennen - Information. Allgemeine Grundlagen für Naturwissenschaft, Technik und Medizin, Aachen (Shaker) 2001, 382; siehe ders., Zum Begriffsbereich von "analog" und "digital", in: Nachrichtentechnik/Elektronik 29 (1979), 217-219; handelt es sich hiermit um einen gewaltsamen Akt der Kodierung, der Zurordnung, der Abbildung (*mapping*). "Wenn kontinuierliche Größen (elektrische Signale) auf diskrete Werte 'gezwungen' werden, so heißt der Vorgang *Quantisierung*" = ebd., 380

Tatsächlich ist es gerade das Digitale, das sich in der sogenannten Epoche digitaler Medien der menschlichen Wahrnehmung entzieht. Seit den Zeiten der chronophotographischen Bewegungsanalyse, die in kinematographische Projektion umschlägt, gilt: "Zerhackung oder Schnitt im Realen, Verschmelzung oder Fluß im Imaginären"⁷² - beruhend auf einem Effekt, den Michael Faraday in ganz und gar unikonologischem Sinne mit überlagerten Speichenrädern experimentierte.

"Digital" ist in diesem Zusammenhang ein Unterbegriff von "diskret" und läßt sich seinerseits noch einmal in (beispielsweise) "binär" ausdifferenzieren - als Bezeichnung für die jeweilige Zahlenbasis. "Abweichend davon wird der Begriff *dual* nicht für eine Zahlenbasis, sondern für physikalische Systeme / Speicherzellen mit nur zwei möglichen Zuständen verwendet" <ebd., 382> - womit deutlich wird, daß Medien (die wir meinen) nur als physikalisch-logische Doublette zu denken sind.

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

Im kulturellen Diskurs gewinnt die Qualität "digital" ihre Signifikanz als Gegenbegriff zu "analog". Im medientechnischen Zusammenhang aber werden beide Begriffe vielmehr als mannigfaltig verschränkt gewußt - vom gegenseitigen Grenzwert bis hin zum (nur scheinbaren) Oxymoron der "kontinuierlichen Digitaltechnik". Im Kern weiß diese Methode um das Opfer, das im Akt des technologischen Samplings (dem Sampling-Theorem zum Trotz) gebracht wird: "Durch die Amplituden-Quantisierung geht <...> unwiderbringlich Information verloren. Dies war der gedankliche Ausgangspunkt für die Kontinuierliche Digitaltechnik. Sie benutzt Zeit-Intervalle des kontinuierlichen Signals und bildet dazu eine einfachere Approximations-Funktion, von der dann nur die Koeffizienten übertragen bzw. gespeichert werden" = Horst Völz, Kontinuierliche

⁷² Friedrich Kittler, Grammophon - Film - Typewriter, Berlin (Brinkmann & Bose) 1986, 187

Digitaltechnik. Eine neue hochleistungsfähige Methode zur Digitalisierung von Signalen, Aachen (Shaker) 2008, i. Kontinuierliche Digitaltechnik rechnet mit Zeit selbst.

- Kriterium für medientheoretische Begrifflichkeit der funktionale Zusammenhang, in dem solche Begriffe ihrerseits dann zu einer gegebenen Epoche diskursmächtig geworden sind; so wird der bislang eher innerphysikalische Begriff des "Mediums" in dem Moment zu einem Buchtitel außerhalb der Physik, als eine technologische Medienwirklichkeit eine eigene Theorie und Wissenschaft verdient: Marshall McLuhans *Understanding Media* (1964) auf dem Höhepunkt der Radio- und Fernsehkultur.

Ungleichzeitigkeiten

- das Digitale als *diskursiver* Begriff nur von seinem Gegenbegriff her zu verstehen: dem "Analogen". Beide Modi der Signal- respektive Informationsverarbeitung haben sich nicht linear auseinander entwickelt, sondern gehen fortwährend neue Konstellationen, "Überlagerungen" (Kittler 1993) ein

- medienarchäologische Perspektive schärft - im Anschluß an Michel Foucaults *Archäologie des Wissens* - den Blick auf *Diskontinuitäten* zwischen analog und digital (und erweist sich damit ihrerseits als "digital", im Unterschied zum analogen, *Kontinuitäten* privilegierenden Modus von Historiographie)

„Dans l’histoire de l’image, le passage de l’analogique au numérique instaure une rupture équivalent dans son principe à l’arme atomique dans l’histoire des armements ou à la manipulation génétique dans la biologie.“⁷³ Tatsächlich bewahrt aber auch noch das *bit* den kleinsten denkbaren analogen Bezug zur Wirklichkeit, insofern es deren Impuls(e) abbildet und in elektrische Signale *umsetzt*, un-willkürlich. Allein der parallele Effekt, die Rechenbarkeit dieser Impulse, unterscheidet das Reich des Digitalen von dem des (nur-)Analogen.

- klassisches Analogmedien wie der Film hat aus schierer psychophysiologischen Notwendigkeit und aufgrund seiner technischen Verfaßtheit immer schon digitale Qualitäten, indem die Spule als das eigentliche Trägermedium aus diskreten photographischen Kadern in Reihe besteht und im Projektionsmechanismus für einen kurzen Zeitpunkt intermittierend stillgestellt wird, um den Nachbildeffekt im Menschen zu zeitigen. Der filmische Schnitt ist eine unmittelbare Folge aus dieser diskreten Lage, und seine dramaturgische Konsequenz, die Montage, operiert mit nichtlinearen Verknüpfungen.

⁷³ Régis Debray, *Vie et mort de l’image. Une histoire du regard en Occident*, Paris (Gallimard) 1992, 300

- gilt für das Fernsehbild, daß es ansatzweise bereits halb-digital ist:
"Bairds solution to the problem was to send a synchronisation signal that changed the speed of the receiver's disc motor - speeding it up or down by tiny amounts" <aus dem Begleitheft zum Modellbausatz *The Televisor* der Meddlesex University>, quasi schon numerisch (in Form getakteter Zeit), implizit mathematisch-diskret (*vulgo* "digital").

- einzelne filmische Kader: Speicherung analoger, im physikalischen Sinne mit stetigen Wertübergängen arbeitende photochemische Werte (Licht / Farbe), im Kern also klassische Photographie; ändert sich radikal mit pixelbasierten Bildern im CCD-Chip, das aus dem Bild nicht nur ein Mosaik, sondern eine mathematisierbare Matrix macht, die eine exakte Adressierung (und damit berechnende Manipulierbarkeit) bis auf die kleinsten Elemente hin ermöglicht. Digitalisierung übersetzt die Welt der Physik in Modelle derselben - aus einer Welt des Realen in eine Welt der Symbole. Unerwartete tritt damit in einer Welt symbolischer Maschinen (Computer) die Gutenberg-Galaxis wieder ein. Während jedoch ein Text (in Schrift oder Druck) auf einem klassischen Speichermedium des Menschen bedurfte, um prozessiert zu werden, ist der Mensch am Computer zum Leser zweiter Ordnung geworden, und die Rückübersetzung ins Analoge ein Zugeständnis an menschliche Sinneswahrnehmung auf Interfaceebene wird.

"Im Digitalen sind <...> die Bestandteile einer Datei diskrete Zustände. Das bedeutet für digitale Bilder: Es gibt nichts zwischen einem Pixel und den angrenzenden Pixeln. Diskrete Zustände sind für den Menschen aber sinnlich nicht erfahrbar; die Physis seines Wahrnehmungsapparates und auch seines Körpers ist vom Analogen, kontinuierlich ineinander Übergehenden gekennzeichnet. Das Digitale kommt also einher mit einem Verschwinden des Körpers darin = Andreas Menn, Textbeilage (Köln, Juli 2000) zu seinem Digitalvideo *Workout* (1999), vorgestellt im Rahmen des Seminars *Ikonomie der Energie*, Kunsthochschule für Medien, Köln, Wintersemester 1998/99

- Bedingung für Informationsverarbeitung in einer digitalisierenden Kultur, daß der Computer auf Maschinenebene die Daten zu lesen (und zu schreiben) vermag. Produkte dieser Vorgänge heißen in einem unglücklichen Neologismus Digitalisate

Digitalisierung *avant (?) la lettre*

- altgriechische Prosodie hat sich, obgleich der technische Phonograph erst zweitausend Jahre später realisiert wurde, gerade deshalb in der Zeit überliefert, weil sie selbst (nach dem Vorbild des sprachanalytischen Alphabets) mit einem Zeit-Alphabet arbeitete, welcher den Rhythmus auf zwei Elemente reduzierte:

"It was a feature of the ancient Greek language that the distinction between short and long syllables was clear-cut. All verse metre was based on this binary opposition, whether it was spoken verse or sung. Even in prose oratory the interplay of long and short syllables automatically yielded rhythmic patterns" = M. L. West, *Ancient Greek Music*, Oxford (Clarendon Press) 1994, 130; folglich haben altgriechische

Komponisten von Vokalmusik im Allgemeinen nur zwei verschiedene Symbole zur Notation verwendet, einen einzelnen und einen doppelt langen Notenwert, in Korrelation mit der Natur der beiden Silben

Zeit des Digitalen: die Räderuhr mit Hemmung, die Taktung

- "digital" als technomathematische Praxis (also Signalverarbeitung) immer auch "zeitdiskret". Aus digitalisierten Analogsignalen werden damit zeitdiskrete Signale, die damit einer algorithmischen Verarbeitung zugänglich sind. Der zeitdiskrete Charakter der digitalen Signalverarbeitung läßt den wortspielerischen Begriff des "Algorhythmus" angebracht erscheinen, insofern auch Rhythmus (so definiert vom Musiktheoretiker und Aristoteles-Schüler Aristoxenos) sich aus diskreten Zeiteinheiten (*chronoi*) aufbaut, im Fall antiker *mousiké* (Prosodie und Tanz) gar im binären (eigentlich ternären) Modus: lang-kurz (und Pause), ein im Morsecode wiederkehrender Rhythmus zeitdiskret kodierter Kommunikation.

- Shannon verwendet den Begriff von "hinderance" in seiner Beschreibung logischer Schaltkreise = 0/1-Differenz, elektrophysikalisch; Bernhard Siegert, *Passage des Digitalen*>, <Einleitung>, sowie Claude E. Shannon, An/Aus, xxx, Anm. d. Übers., xxx. Dergleiche Begriff für die Uhrwerkhemmung benutzt

- *idealiter* unendliche oder nichtige Impedanz zwischen den zwei Polen einer Schaltung heißt technisch *hinderance*; die Zwischenzeit der Schaltung selbst (die von Norbert Wiener definierte "time of non-reality") aber zählt nicht: "Zwischen = und 1 *gibt es keine Zeit*. Deswegen gibt es die Welt des Symbolischen. Es ist der Entzug des Realen, durch das es das Symbolische gibt. Es ist die *hinderance*, die die diskretisierte Zeit gibt" = Siegert: 9

- periodische Taktung durch den Mechanismus der Räderuhr mit Hemmung bildet den mechanischen Vorlauf diskreter Zeitkodierung von Seiten eines technischen Mediums (während am Gnomon / der Sonnenuhr erst die extern beigefügte, also buchstäblich symbolisch zugeschriebene 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 successioun of instants instead of a conitnuous flow. A digital machine must essentially deal with discrete objects."⁷⁴

- Claus Pias, Time of Non-Reality. Miscellen zum Thema Zeit und Auflösung, in: Volmar (Hg.) 2009, 267-282, siehe auch Helmholtz' Begriff der

⁷⁴ 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

"Zwischenzeiten" bei der Messung von Nervenlaufzeiten am Froschschenkel

Nicht schon Digitalisierung, erst in Verbindung mit exakter Taktung kommt die Begründung des Digitalen operativ zu sich (hier im Anschluß an Aristoteles' mathematisierten Zeitbegriff)

Zwischen analog und digital

"Every digital device is really an analogical device which distinguishes region of attraction rather than by a direct measurement. In other words, a certain time on non-reality pushed far enough will make any device digital" = Wortmeldung Norbert Wiener, im Rahmen der Diskussion "Possible Mechanism of Recall and Recognition" (Macy-Konferenz 1949), in: *Cybernetics / Kybernetik. The Macy-Conferences 1946-1953, Bd. 1: Transactions / Protokolle*, hg. v. Claus Pias, Zürich / Berlin (diaphanes) 2003, 122-159 (158)

Norbert Wiener betont, daß der Unterschied zwischen analog und digital "not sharp" ist - also selbst eher analog, kontinuierlich (stetig) denn digital (abrupt)?

"I could get devices intermediate between digital and numerical devices. The important thing of the digital device is the use of non-linearity in order to amplify the distinction between fields of attraction and that can be done to a greater or lesser degree. <...> I think it is necessary to consider the physics of digital devices" = ebd., 159

G. E. Hutchinson definiert im Diskussionszusammenhang, was "analoge" von "digitalen" Maschinen unterscheidet, den Begriff *analogical* folgendermaßen: als "the difference between the natural and real numbers"⁷⁵ und verweist damit ausdrücklich zurück auf "the Greek mathematicians. Wiener ergänzt: "If you want to say that in one case you are dealing with counting and in the other, with measuring, the concept of the machine goes back to the Greek" = ebd.

Unschärfen des Digitalen

- Julian Bigelow: »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«, so der Psychologe John Stroud, und Logiker Walter Pitts: »die aktuelle Kontinuität ignorieren" = *Cybernetics – Kybernetik. Die Macy-Konferenzen 1946-*

⁷⁵ Wortmeldung in der Diskussion zu: Ralph W. Gerard, Some of the Problems concerning digital Notions in the central nervous system, in: *Cybernetics / Kybernetik. The Macy-Conferences 1946-1953, Bd. 1: Transactions / Protokolle*, hg. v. Claus Pias, Zürich / Berlin (diaphanes) 2003, 171-202 (192)

1953, hrsg. von Claus Pias, 2 Bde., Zürich / Berlin 2003-04, Bd. 1, 186f. (Übersetzung Claus Pias). [Zitiert hier nach: Beitrag PIAS in Volmar (Hg.) 2009, xxx]. *Tertium non datur.* / keine Daten-Zwischenzeit: "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"

Begriffsgeschichte des Digitalen

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

Als medienarchäologische Urszene des Digitalcomputers fungiert die Schaltung, das Eccles-Jordan-Trigger Relais von 1919. Dennoch erscheint der sowohl technische als auch epistemologische Begriff der Digitalisierung und mithin des Digitalcomputers in Texten der Mediengeschichte des Computers als ein problematischer.

- Dennhardt, *Flipflop-Legende*: In Williams Asprays Computing Before Computers von 1990 wurden die Begriffe analog und digital verglichen, indem der technische Begriff analog einem anderen gegenübergestellt wurde, um eine technologische bzw. epistemologische Opposition zu initiieren. „Indeed, Atanasoff was the first to use the word “analogue” to describe that type of computer [Atanasoff-Berry-Computer, 1939]

- "Digital" first used by George Robert Stibitz in 1942" = Aspray 1990, 239 u. 247. Abschlußbericht über ein computergestütztes Luftabwehrsystem aus dem Nachlaß von Stibitz von Anfang April 1942, in dem er auf die grundsätzlichen freiprogrammiertechnischen Vorteile des Computierens lediglich zweier diskreter Spannungswerte hinweist, im Gegensatz zum bis dahin ausschließlichen Verarbeitens analoger Spannungssignale oder vieler diskreter Spannungswerte: "Digital Computers introduce a consideration not found in kinematic analog computers, namely, the ordering of computation steps in time [number train, Stibitz 1942a, 40, Fig. 3.1 c. Vgl. Abb. 15] In a vague sense, therefore, digital computation is dynamic in character <...>" = Stibitz 1942b, 3

- George R. Stibitz, Typoskript (Memorandum) vom 23. April 1942, on "Digital Computation for A. A. Directors": "Computing mechanisms have been classified as `analog´ or as `pulse´ computers. The latter term seems to me less descriptive than the term 'digital'"; facsimile of this document in: Robert Dennhardt, *Die Flipflop-Legende und das Digitale. Eine Vorgeschichte des Digitalcomputers vom Unterbrecherkontakt zur Röhrenelektronik 1837-1945*, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009, 157

- *algorhythmic* in terms of Shintaro Miyazaki, xxx <Micro-Sound>, in: Axel Volmar (Hg.), *Zeitkritische Medien*, xxx

- Aspray 1990: W. Aspray, Computing Before Computers, Ames 1990
- Eccles 1919: Eccles/Jordan, A Trigger Relay Utilising Three-Electrode Thermionic Vacuum Tubes, in: The Electrician, Vol. 83, September 1919, p. 298. Vgl. Radio Review, Vol. 1, No. 3, December 1919.
- Stibitz 1942a: G. R. Stibitz, Report on electronic predictors for anti-aircraft fire control, April 1942, in: Box 14 des Inventory of the Papers of George Robert Stibitz concerning the Invention and Development of the Digital Computer, Dartmouth College Library, Hanover, New Hampshire 1973
- Stibitz 1942b: G. R. Stibitz, Digital Computation For A. A. Directors, Nicht veröffentlicht. Eine Kopie ist im Besitz von Friedrich Wilhelm Hagemeyer

Das Digitale als Extrem des Analogen: A/D-Wandlung (*vice versa*)

- Rechtecksignal läßt sich durch Überlagerung von Grundschwingungen mit ihren Harmonischen annähernd exakt erzeugen
- wirkliche Zerlegung der Nervenimpulse in sinusförmige Komponenten (Fourieranalyse) findet im Gehör nicht statt. "Im Gegenteil: sogar sinusförmige Schallwellen werden neuronal getriggert [digitalisiert] und in Impulsfolgen verwandelt" <Fricke ebd.>.
- "digitales" Signal schaltet nur scheinbar diskret zwischen zwei Zuständen; tatsächlich durchläuft es nach wie vor kontinuierlich und stetig den Wertebereich reeller Variablen, doch als Extremwert. Das gilt für binäre Schalter in Computern ebenso wie für Neuronen im Gehirn.
- Gibbssches Phänomen: Überspringer an Kippstellen der Schwingungskurven. Einerseits wird das Digitale gefeiert, weil es gegenüber dem Analogem einen Gewinn an Genauigkeit in allen zählenden Prozessen darstellt, andererseits "wabert" es (auch Siegerts Lieblingswort in seiner *Passage des Digitalen*) im schwingenden, also Zeitbereich: eine wirklich schöne Unschärfe.
- Der Erzeugung steiler Impulse in elektronischen Systemen dienen Kippspannungen. "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>. Es handelt sich hier also um eine zeitkritische Zuspitzung, mithin Dynamisierung dessen, was als "0/1"-Logik allzu stationär und geometrisch erscheint: das Digitale *im Vollzug*, also als genuines Medienereignis, als technomathematische Operation.

Digitalisierung der Kommunikation (PCM)

- Daß die Bilder, Töne und Texte numerisch wurden, folgte einer zeitkritischen Auflösungslogik, "die keinen anderen Sinn oder Zweck verfolgt, als schneller verschickt und kleiner verpackt zu werden" = Christina Vagt, in Volmar (Hg.) 2009, Schlußsatz; *packet switching* im Internet

- 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 <dazu Siegert 2003: 286f>.

- Abtasttheorem von Shannon / Nyquist zufolge wird 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"⁷⁶ - zeitkritisch mithin. Es folgt die Quantisierung des PAM-Signals in der Darstellung durch diskrete Stufenwerte; "by quantizing we limit our 'alphabet'", schrieben Oliver, Pierce und Shannon "mit jener Technikern eigenen Begeisterung für alphabetisierende Methoden"

- Loslösung des Alphabets von jeder phonetischen Referenz; Bruch von Digitalisieren mit der Linguistik. Bei der Digitalisierung handelt es sich um eine technisch, nicht sprachliche Form der Datenaufzeichnung und - übermittlung. Vokalalphabetische Schrift ist Diskretisierung als Segmentierung (im Sinne von Artikulation), aber nicht Digitalisierung

Sampling

Im Sampling als nachrichtentechnischem (nicht kunstpraktischen) Verfahren von *computing* wird die diskursiv bis zur Unkenntlichkeit verschwommene Unterscheidung zwischen "analog" und "diskret" in zeitkritischer Hinsicht konkret: Kleinste Zeitzeichen (*samples*) von aktuell einer 44100stel Sekunde, also "diskret gemachte Zeit <...> erlaubt <...> Manipulationen am Realen"⁷⁷, wie sie bislang nur am Symbolischen möglich war - gerade weil ein technischer Kunstgriff gefunden wurde, Signale mit Mitteln des Symbolischen, nämlich diskret, zu verarbeiten.

Digitalisierung heißt die nachrichtentechnische Transformation zeitkontinuierlicher Signale in eine Folge diskreter, abzählbarer Zustände - eine wesentliche Transformation auf der Seinsebene. Sampling als Verfahren, dessen Name zu einer mit kleinsten Versatzstücken

⁷⁶ Bernhard Siegert, Relais. Geschichte der Literatur als Epoche der Post, Berlin (Brinkmann & Bose) 1993, 286

⁷⁷ Friedrich Kittler, Fiktion und Simulation, xxx, 74

komponierenden Praxis in der Audiokultur überhaupt geworen ist, zerfällt genau betrachtet in zwei wesentverschiedene Bestandteile: a) den Akt der Abtastung eines wertkontinuierlichen (klassisch "analogen") Signals in äqidistanten kleinsten Zeitintervallen, und b) die Quantisierung, mithin also Mathematisierung dieser Abtastproben in speicher- und übertragbaren (und damit auch berechenbaren Bitmengen)

Strikte Bedingung für elektrotechnische Quantisierung kontinuierlicher Signale ist die Operation *sample and hold*: Die Erzeugung eines diskreten Takts und der kurzzeitigen Speicherung des jeweils erfaßten Spannungswerts, der damit mathematisch definierbar und numerisch adressierbar wird. Schalter und Kondensator sind eine der möglichen Verkörperungen dieses Schaltmoduls. Zeitereignisse werden hier zu Momenten.

Entstanden ist diese konkrete Form der Digitalisierung als Verfahren der Analyse, d. h. der diskretisierenden Messung von Signalflüssen. Schon das Aufschreiben oraler Poesie sampelt Sprache vokalalphabetisch, und der chrono-photographische Aufnahmeprozeß (Muybridge / Marey) beruht auf der diskreten, stufenförmigen Abtastung von Bewegung (was schon Henri Bergson um 1900 dann als technisches Mißverständnis von Dauer kritisierte). Zur massenmedialen Erscheinungsform wird die Digitalisierung in dem Moment, wo die Analyse in Synthese sich verkehrt.

- Begriff des Quantisierens leitet sich von dem Quant als kleinster, abzählbarer Einheit physikalischer Größen ab. "Unterzieht man den Vorgang der Analog-Digital-Umsetzung <wie ihn der Buchdruck selbst schon darstellt> von zeitlich veränderlichen analogen Größen <etwa der Schrift> 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 = Werner Richter, Grundlagen der elektrischen Meßtechnik, 2. bearb. Aufl. Berlin (VEB Verlag Technik) 1988, 39 f.

Digitalisierung (analog-digital-Wandlung) heißt die Übersetzung einer signaltechnisch gemessenen Welt in ihre (Be-)Rechenbarkeit durch zeitdiskrete Abtastung und wertdiskrete Quantisierung; ist die Welt in ihrem Wesen schon "digital" (konkret: in bit-weisen Informationen) verfaßt? Konrad Zuse stellt diese Frage in *Rechnender Raum* (Braunschweig 1969)

- Rechenraum im physikalischen Sinne Raum, der in Quanten bemessbar ist. Im Zentrum steht dabei für die Quantenphysik das sogenannte Wirkungsquantum. Niels Bohr hatte Atome zunächst in einer Weise beschrieben, die eine mikrokosmische Spiegelung des Makrokosmos zu sein scheint: Die Elektronen (also genativ geladenen Elementarteilchen) eines Atoms (im Fall von Wasserstoff tatsächlich nur eines) bewegen sich

um den Atomkern (mit seinen positiv geladenen Protonen) nach Gesetzen ähnlich der Planetenkreisbahn um die Erde. Max Planck aber beschreibt 1929 in *Das Weltbild der neuen Physik*: den Bruch dieser seit der altgriechischen Naturphilosophie vertrauten, über die europäische Renaissance wiederbelebten versöhnlichen Analogie: "Ein sonderbarer Unterschied aber besteht darin, daß die Elektronen immer nur auf ganz bestimmten, diskret voneinander verschiebende Bahnen kreisen können, während bei den Planeten keine einzelne Bahn vor einer anderen von vornherein bevorzugt wird."⁷⁸

- "digital" heißt Abzählbarkeit; damit zwei Voraussetzungen impliziert: Diskretheit und Zeitfolge

- *Digital physics* hält das Universum selbst für komputabel = Fredkin 1990; Bruch mit der klassischen Kontinuums-Physik des Stetigen, die Gottfried Wilhelm Leibniz noch so vehement verteidigte. Im Gegenteil, das Kontinuierliche selbst wird zu einer Metaphysik im Modell des "rechnenden Raums" (Konrad Zuse) respektive Universums: technomathematische Antwort auf diese Frage ist die Interpolation: ein Verfahren, zu diskreten Daten eine (quasi-)kontinuierliche Funktion zu ermitteln, die diese Daten abbildet, d. h. sie aus einer räumlichen Distribution im kartesischen Koordinatensystem in die Zeit (zurück-)zu versetzen

- Information, laut Norbert Wiener, weder Materie noch Energie. Dafür steht in der technomathematischen Praxis das Sampling als technologisches Grundprinzip des Überführens analoger Signale (Bilder, Klänge) in diskrete Information.

Um welchen Preis geschieht die "Digitalisierung" analoger Signale? Dem Nyquist/Shannon-Theorem zufolge ist ein Signal signalgetreu, also verlustfrei durch doppelte Abtastrate der höchsten im Signal enthaltenen Frequenz in kleinsten diskreten Treppenstufen "rekonstruierbar": "Nach Glättung der Kanten erhält man eine Näherung der <...> Kurve zurück."⁷⁹ Es handelt sich hier um eine implizit historistische Hermeneutik mit Mitteln der numerischen Mathematik, verdichtet auf kleinste Ereignisse. Was aber ist der Maßstab: die menschliche Wahrnehmung, die sich medientechnisch leicht betrügen läßt, oder die objektive (quanten-)physikalische Welt?

- Tritt ein welthaltiges Signal damit aus dem Reich des physikalisch Analogen ins ideelle Reich des Digitalen ein? Recht eigentlich erscheint ein sogenanntes digitales Medium der menschlichen Wahrnehmung auf Interfaceebene (aus notwendiger Rücksicht gegenüber der Sinnesphysiologie) immer nur analog; für Menschen entzieht sich die Digitalisierung der Welt: "Information ist <...> genau wie *das Digital* eine abstrahierende Beschreibung für ein Medium, als dessen *Form* Klänge erscheinen können. Deshalb existiert keine *digitale Musik*, kein *digitaler Klang* an sich. Was wir nach der Digital-Analog-Wandlung wahrnehmen, sind Klänge, die digital vorliegend Daten

⁷⁸ Max Planck, *Das Weltbild der neuen Physik* [*1929], 11. unveränd. Aufl. Leipzig (Barth) 1952, 21

⁷⁹ http://de.wikipedia.org/wiki/Digitale_Signalverarbeitung;
Bearbeitungsstand: 7. November 2009

darstellen" = Michael Harenberg, Virtuelle Instrumente zwischen Simulation und (De)Konstruktion, in: Soundcultures. Über elektronische und digitale Musik, hg. v. Marcus S. Kleiner / Achim Szepanski, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2003, 69-93 (78)

- Problem von computerbasierten Simulationen realer physikalischer Vorgänge vertraut, die ihrerseits eine von der Kultur der Digitalisierung genuin hervorgebrachte epistemologische Verfahrensweise darstellen:
"In simulations, errors can arise <...> as a result of transforming continuous equations into discrete ones and of transforming a mathematical structure into a computational one. All discretization techniques present the possibility of roundoff errors or instabilities creating undetected artifacts in simulation results" = Eric Winsberg, Simulated Experiments: Methodology for a Virtual World, in: Philosophy of Science, 70 (2003), 105-125 (120)

Das "digitale" Bild

- Digitalisierung von Bildern bezeichnet gemeinhin die Einlesung von Bildvorlagen durch rechnende Medien; bereits das klassische photographische Filmbild operiert im (*avant la lettre*) digitalen Modus: Es fixiert einen Raum als eine momentane Zuständlichkeit in der Zeit, eine Form von zeitdiskretem *sampling*. Löst sich dieses photochemische Bild indes auf CCD-Chips in diskret adressierbare Pixel aus photoelektrischen Ladungen auf, vermag es selbst durch und durch dynamisiert, also verzeitlicht zu werden; es ist also nicht mehr schlicht ikonische *stasis* in der Zeit, sondern selbst ein Modus von Zeit, resultierend in der bewegungsrechnenden Option des quasi-kontinuierlichen *morphing* als einer bildrhetorischen Figur von Zeitbildern.

Die optische Wahrnehmung im Menschen selbst operiert im diskreten Modus: Nicht nur, daß das auf die Retina (Netzhaut) projizierte (Umkehr-)Bild einer Außenwelt von Zäpfchen und Stäbchen mosaikgleich aufgelöst wird, sondern die Weiterleitung durch den Sehnern ans Hirn erfolgt nicht kontinuierlich, sondern in elektrischen Impulsen; Heinz von Foerster, *Sicht und Einsicht*, xxx

Sampling als Medienarchäologie

- Bill Viola, der das elektronische Bild einmal als den "Klang der Einzeilen-Abtastung" definierte und damit (unwillkürlich?) die phonographische Bildaufzeichnungsmethode John Logie Bairds, nämlich seine sogenannten *Phonovision*-Platten, beschreibt (wie es in Form der analogen Bildplattenspieler von TELDEC / Telefunken in den frühen 1970er Jahren noch einmal eine Renaissance erlebte) = Bill Viola, Der Klang der Einzeilen-Abtastung, in: Theaterschrift 4: The Inner Side of Silence, Brüssel (September 1993), 16-54; urspr. publiziert in: Dan Lander / Micah Lexier (Hg.), Sound by Artists, Art Metropole & Walter Phillips Gallery, Canada, 1990

- Douglas Pitt (Narrow Bandwidth Television Association) sandte dem um eine digitale Restauration solcher Phonovision-Bilder bemühten Donald

McLean, der dort ein verbliebenes Exemplar solcher Bildplatten vermutete, auf Anfrage zunächst ein Audiotape mit dem, was angeblich Aufzeichnungen des 30-zeiligen Fernsehens aus der Zeit Bairds waren: "He was enthusiastic about what the computer processing might achieve. The tape contained three recordings, one of which was supposedly of a woman smoking a cigarette. Despite my rudimentary processing, the woman was difficult to make out, though there was a white line apparently hanging down from her mouth. Could this be the cigarette?" = McLean 2000: 60

- kommt die medienepistemische Differenz zwischen analoger und digitaler Elektronik ins Spiel. "Video is fickle about being recorded on tape - especially when, like these 30-line recordings, it was recorded directly without processing. It could well have been that the copying process had distorted the video signal" <ebd.>, so daß sich McLean auf die Spur von Originalbildplatten, um sie direkt abtasten zu können. Warum Abtastung? "to transcribe them in a controlled fashion" <ebd.>. Hier kommt digitale Intelligenz ins Spiel; die medienarchäologische Methodik heißt in diesem Zusammenhang Transformation der elektromechanischen Signale in Information. Dann werden sie mit mathematischer Intelligenz (also algorithmisch) berechenbar und lassen sich durch Digital-Analog-Konversion wieder als Bild sichten. Was der "Ton"Abnehmer (*pick-up*) aus den Rillen der Platte in elektromagnetische Signale verwandelt, wird erst durch Abtastung im nachrichtentechnischen Sinne berechenbar, sprich: durch Sampling (was zugleich die Eskalation gegenüber Violas harmloser Begriffsverwendung der Einzeilenabtastung" markiert). Was hier aufblitzt, ist der Kern dessen, was sich hinter dem Begriff "Digitalisieren" verbirgt und im weiteren Sinne dann auch Optionen der Korrektur defekter historischer Film- oder eben auch Videoaufnahmen *off-line* erlaubt: "Sampling the smoothly varying signal is just that - capturing the value of the voltage at regular intervals. The frequency at which we sample the signal has to be sufficiently high to collect enough samples to build up a picture. Too few samples and we miss information; too many and we waste memory storage" = McLean 2000: 108

- Nyquist-Frequenz berücksichtigen: "The frequency for sampling a signal should be a minimum of at least twice the maximum frequency within that signal" <ebd.>, um eine *signaltreue* Rekonstruktion des Signalereignisses zu ermöglichen

McLean beschreibt unter dem Adjektiv "stable" das Sampling im Modus "sample-and-hold", also der ultrakurzen Zwischenspeicherung momentan abgetasteter Werte - das zeitkritische Mikrointervall: "Taking samples of the voltage at regular intervals gives us a sequence of stable voltage values that we feed to the converter hardware. Each stable voltage value is converted into a number, represented in binary notation to reflect the hardware implementation. The scale of these numbers is adjusted so that the extreme numeric range represents the extreme range of brightness values. For an 8-bit wide binary number, those extremes are 0 to 255, equivalent in binary notation to 00000000 and 11111111 respectively" = McLean 2000: 108 - die digitale Bandbreite von Grauwerten.

- Fehlerquellen im Falle von Bairds Phonovision-Plattenaufzeichnung liegen vor allem in der Phase und der Frequenz. Analysierbar werden sie mit Hilfe der Fourieranalyse - eine mathematische Technik, die eine komplexe Wellenform (sofern sie periodisch ist) in ihre einzelnen sinuidalen Wellenkomponenten aufzulösen. "Any complex waveform is made up from component sine waves (the harmonics) all with different features. Those features are amplitude, or the relative sizes of the sine waves, frequency, or how rapidly each of the sine waves change, and phase, or where each of the sine waves start in their cycle at the beginning of the waveform" = McLean 2000: 119

Aus der Analyse in Synthese verwandelt (das Geheimnis des Massenmedienwerdens aller vormaligen Meßmedien wie Phonograph, Kinematograph und bildröhrenbasiertem, mithin oszilloskopischen Fernsehen), nistet hier auch die elektrophysikalische Realität des binären Codes: "We can create a simple square wave by adding the component parts - the odd harmonics - together in appropriate fractions. <...> The perfect square wave includes an infinite sequence of harmonics. In reality, any electrical system, whether it is an amplifier or even just a length of cable, has upper and lower limits on its frequency response" = McLean 2000: 119

In McLeans Legende zu einem Amplituden-Zeit-Diagramm solcher Signale fassen wir einen Wesenszug des sogenannten Digitalen: "A simulated square wave built from the first four harmonics" = ebd.

McLean beschreibt die wundersame Metamorphose von Signalen zu Information: "The stream of numbers is created into a list of values that are stored in the computer as a data file holding the raw, unprocessed data. The signal is now digital and is the starting point for digital signal and image processing" <ebd.>. "Line by line, the correction values plot out the profile of errors in the signal's timing" = McLean 2000: 93

- Medienarchäologie nicht mehr nur eine Methode menschlicher Medienwissenschaft, sondern (analoge) Medien werden (digitale) Medien erkannt, und der Computer mithin wird selbst zum Archäologen von Medienereignissen: "If it were not for computer technology, Baird's *grammophone videodiscs* would continue to be curiosities that merely hinted of a time before television as we know it. Their latent images would remain unseen and the information imbedded in them would still be completely unknown" = McLean 2000

Mathematisierung der Kommunikation

- Digitalisierung nicht nur Diskretisierung, sondern auch Verzifferung von kontinuierlichen, aber auch von un stetigen Signalen. Diese Verzifferung ist alphanumerischer Natur und arbeitet mit einem endlichen Zeichenvorrat, einem Alphabet. Wie die Typographie operiert der digitale Code auch mit dem an sich Zwischenraum (dem *spatium*), doch bedeutet er nicht schlicht die Rückkehr der schriftlinear orientierten *Gutenberg-Galaxis* (McLuhan 1962) in neuem Gewand, sondern ihre zeitkritisch und mathematisch zugespitzte, technologisch implementierte, auch Bild- und

Speichermatrizen umfassende Variante: der alphanumerische Code (Flusser 1999).

- Signal wird im Modus des Digitalen nicht mehr im unmittelbaren Sinne als kontinuierliches physikalisches Ereignis verhandelt, sondern als Information. Claude Shannon hat diesen Paradigmenwechsel im Kommunikationsbegriff als Kombination von Elektrotechnik und Mathematik eingeleitet. Plastisch wird dies in dem Moment, wo an die Stelle von Verstärkern in Kommunikationsleitungen (für die, im Falle des Telefons, Robert von Lieben die Elektronenröhre entwickelte), die bislang immer auch die Störungen mitverstärkten, der *regenerative repeater* tritt, der das binär kodierte Signal deshalb weitgehend fehlerfrei zu verstärken vermag, weil Zwischen- und Randwerte hier fortfallen. An die Stelle der physikalischen Übertragungszeit tritt hier die logische Zeit.

Enggeführt auf die Epoche, in der der Begriff "Digitalisierung" diskursmächtig wurde, meint er mithin Mathematisierung (die Verrechnung von Signalen als Information). Es ist dies eine numerische Mathematik im binären Modus (der Computer in der von-Neumann-Architektur), im Unterschied zum Analogrechner, der nicht mit wohlunterscheidbaren diskreten Werten, sondern mit Stromspannungen selbst "rechnet".

Erst in seiner mathematisierten Form ist Digitalisierung eine epistemologisch neue Qualität; Grundlegung solchermaßen digitalisierter Kommunikationspraktiken in der Nachrichtentechnik des 20. Jahrhunderts (und jenseits) geschah durch Claude Shannons *Mathematical Theory of Communication* (1948/49). Obgleich damit nicht das technische Verfahren der Abtastung beschrieben ist, markiert schon der Titel den wesentlichen Zug der Digitalisierung: die damit einhergehende Mathematisierung ("Informatisierung") und Zeitdiskretisierung. Diskretisierung erlaubt die Kodierung der Kommunikation.

Informatisierung, frei nach Norbert Wiener's klassischer Definition in seiner *Kybernetik* von 1949, bedeutet eine Abstraktion von Materie und Energie, den beiden bislang dominierenden technologischen Parametern. Bei der Digitalisierung werden physikalische Daten in eine Abfolge von Zahlen konvertiert "und erst zum Zwecke der sensorischen Aufnahme des Menschen auf dem Personal Computer oder anderen Umwandlungs- oder Darstellungsgeräten wieder in analoge Form umgewandelt" = Thomas Meschede, Der Schutz digitaler Musik- und Filmwerke vor privater Vervielfältigung nach den zwei Gesetzen zur Regelung des Urheberrechts in der Informationsgesellschaft, Frankfurt/Main et al. (Peter Lang) 2007, 18

- findet eine Abstraktion statt. Ein Flipflop (erst aus Röhren, dann Transistoren gebaut) stellt jeweils eine kleinste Informationseinheit (ein *binary information unit*) dar (physikalisch übersetzt: An/Aus). Analogcomputer dagegen berechnen Weltvorgänge mit Hilfe welthafter Modelle. Sie stellen keine symbolverarbeitende Maschinen dar, sondern rechnen in der elektronischen Version mit Stromspannungen (alternativ in mechanischen oder hydraulischen Varianten) - und zwar in allen Operationen parallel. Kondensatoren inkorporieren hier jeweils eine stetige

Variabel, anders als die diskreten Transistoren in Digitalcomputern;
<http://www.cds.caltech.edu/~hsauro/Analog Computer>

Mit Diskontinuitäten rechnen

Digitalisierung vollzieht auf der mikrotechnischen Ebene, was Michel Foucaults *Archäologie des Wissens* einleitend für die makrotemporale Zeitwahrnehmung gefordert hat: eine Kehre der Privilegierung der Kontinuitäten (der historische und historiographische Diskurs) hin zu einer Analyse von Diskontinuitäten. War in der analogen (Elektro-)Technik das Signal ins einer schieren Physikalität noch der zentrale welthafte Bezugspunkt, geht mit der Digitalisierung eine Immaterialisierung respektive Virtualisierung einher, die - der etymologischen Genese des Digitalen (mit "Fingern" rechnend) aus der Zählhand des Mittelalters zum Trotz - einen Verlust des Haptisch faßbaren bedeutet.

- Medienarchäologie der Digitalisierung nicht mehr schlicht mit Materialien, sondern ebenso mit mathematischen Artefakten befaßt, zwischen *Hard(ware)* und *Soft(ware) Science*

- in Medientheorie Marshall McLuhans betonte "Taktilität" kehrte unter der Hand in einer anderen Form wieder ein, wenn die Eingabetastatur am Computer das zentrale Steuerungsinterface für Datenprozessierung wurde

Medienkulturelle Konsequenzen der Digitalisierung: eine ahistorische Form der Tradition

Epistemologisch gefaßt, heißt Digitalisierung: Zur Zahl wird hier die Zeit. Daraus ergeben sich medienkulturelle Anschlußfragen. Die vertraute "historische" (also entropieanfälligen) Zeit, der Fluch aller Langzeitüberlieferung, wird hier zugunsten einer technisch-"vulgären" (Martin Heidegger) Zeit der Invarianzen aufgehoben. Das hat Konsequenzen für den Begriff der Tradition: War diese zumeist verlustbehaftet, d. h. gekennzeichnet durch Transformationen der schriftlichen Urkunde oder des materialen Monuments, ist im digitalen Raum die Kopie weitgehend ununterscheidbar vom Original und verliert damit ihren sinnlich unmittelbar faßbaren historischen Index (im Sinne klassischer Quellenkunde). Vielmehr tritt mathematische Intelligenz an die Stelle der Überlieferungsverluste, also eine flache Korrektur: Datensätze werden von vornherein redundant abgespeichert, um Datenverlusten vorzubeugen, und/oder durch Fehlerkorrekturalgorithmen (wie in der CD-Praxis) kompensiert. Daraus resultiert (mit aller ontologischen Konsequenz): Originale werden an ihren korrupten Stellen nicht restauriert, sondern (teil- oder stellenweise) regeneriert, mithin: gleichursprünglich neu hervorgebracht, eher rekursiv denn traditionell. "Das bedeutet, dass man beim Kopieren von digitalen Datenträgern im Normalfall nicht nur eine dem Original gleichwertige Kopie erhält, sondern die Fehlerkorrektur-Daten neu erstellt werden und damit die digitale Kopie von digitalen

Inhalten sogar besser ist als das digitale Original."⁸⁰ An die Stelle eines Mangels (Überlieferungsverlust) tritt ein Überschuß - ein neuer Begriff von Tradition.

Gerade weil die mathematische Theorie der Information auf ein Konzept von Nachrichtenverarbeitung setzt, das sich ausdrücklich von Begriffen wie Energie und Materie löst, findet auch eine Verflachung ihrer Welthaftigkeit statt. Ein Digitalisat ist zwar ein Abbild (im Sinne von topologischer Zuordnung, *mapping*) seiner welthaftigen Vorlage, bleibt aber deren Abstraktion. Digitalisierung vermag die potentielle Informationsbreite, die in der Materialität oder in der energetischen Eigenheit des Dings liegt, nicht zu fassen: "Beispielsweis ermöglicht eine hochauflösende Fotografie zwar das Lesen des Texts einer Pergamenthandschrift, kann aber z. B. nicht für physikalische oder chemische Verfahren zur Altersbestimmung der Handschrift verwendet werden" = Wikipedia, Eintrag "Digitalisierung"

Das digitalisierte Bild: ein Unbild? Zur Referentialität des Digitalen

- Resultiert aus der medienkulturellen Praxis des Digitalisierens ein Verlust an Authentizität? Das digitale Bild, aus medienarchäologischer (statt phänomenologischer und kunstwissenschaftlicher Sicht), stellt gar kein Bild mehr dar, sondern schlicht eine Visualisierung von etwas, das zuvor durch Digitalisierung in eine zweidimensionale mathematische Matrix verwandelt wurde (und als "core dump" tatsächlich ein "Speicherbild" darstellt).

(In diesem Verständnis ist auch der Klang von einer Compact Disc genau betrachtet eine Sonifikation: die akustische Ausgabe eines computativen Algorithmus).

"The results of digital recordings and transmissions resemble the model or reproduce it in analogue form. But this is a case of what we have called 'indexical similarity', not of iconicity, if *iconicity* is reserved for cases of similarity established by a subject's simulating activities. The mirror, says Pirenne (1970:11), 'does not represent reality, it presents to us reality.' This is exactly what digital records do as well."⁸¹ Ist diese Beziehung eine quasi-indexikalische? Das, was für Menschen wahrnehmbar als lichtiges Bild auf einem Computerbildschirm erscheint, "ist aufs Innigste <...> mit den Inhalten des Bildspeichers verknüpft. Was im Bildspeicher steht, wird vom Display Prozessor gelesen und in Signale verwandelt, die die Beschichtungen des Monitors anregen bzw. <...> die LCD Elemente.

⁸⁰ <http://de.wikipedia.org/wiki/Digitalisierung>; Stand: 6. Oktober 2009

⁸¹ August Fenk, A view on the iconic turn from a semiotic perspective, in: Herbert Hrachovec / Alois Pichler (Hg.), Philosophy of the Information Society, Frankfurt/M. et al. (ontos) 2008, 27-42 (38), hier unter Bezug auf: Maurice H. Pirenne, Optics, Painting and Photography, Cambridge (UP) 1970

Zwischen sichtbarem Bild und unsichtbarem Speicherinhalt besteht eine eindeutige Beziehung <...> in beide Richtungen" = Frieder Nake, Zeigen, Zeichnen und Zeichen. Der verschwundene Lichtgriffel, in: Hans Dieter Hellge (Hg.), Mensch-Computer-Interface. Zur Geschichte und Zukunft der Computerbedienung, Bielefeld (transcript) 2008, 121-154 (149). Erstmals ko-existiert das Bild als phänomenologisches Wesen und als mathematische Funktion, mithin also in zwei Körpern.

- alternatives Verfahren, die vektorbasierte Errechnung von Gestalten (Kurven, Kanten, Linien) durch mathematische Algorithmen, stellt immer schon eine geometrische Idealisierung dar und ist insofern technoplatonisch

- Symbolisation (in Form von *bits*) bedeutet eine Abstraktion und Informatisierung des Vorbilds; dennoch ist das Verhältnis der *bits* zum Vorbild nicht ein arbiträres. Wenn die digitale Matrix durch Sampling, also zeit- und wertdiskrete Quantisierung eines Vorbilds gewonnen wurde, ist es quasi-indexikalisch von der Form des Vorbilds (und jedes zugrundeliegenden physikalischen zeiträumlichen Ereignisses, also Signals) gestaltet und präfiguriert; für den Fall der digitalen Erfassung von Tanz etwa ist es die Bewegung. Allerdings ist danach nicht mehr identifizierbar, ob und wann einzelne Pixel manipuliert wurden; das Digitalisat gerät damit an die Grenze der Funktion einer archivischen Urkunde.

Codec

- **Codec** (engl. *coder* und *decoder*) = Verfahren bzw. Programm, das Daten oder Signale digital kodiert und dekodiert; direktes Umwandeln von einem Format in ein anderes (bspw. MPEG-2 zu MPEG-4 oder MP3 zu WMA) = Transkodierung

- werden zumeist beim Kodiervorgang die analogen Signale nicht verlustfrei digitalisiert, sondern Dynamikreduktion des analogen Signals sowie eine Datenkompression des digitalen Signals; je nach Ausmaß und Verfahren zu Qualitätsverlusten bei der Rückwandlung des digitalen Datenstroms in die analogen Signale (Bild- und Tonqualität; auch Kontinuität der Wiedergabe: Einbruch des Zeitreals. Kehrwert von Übertragung / Speicherung: "Damit wird eine Verringerung der für die Übertragung des digitalen Signals notwendigen Bandbreite erreicht, bzw. eine Verringerung der für die Speicherung notwendigen Speicherkapazität" = <http://de.wikipedia.org/wiki/Codec>; Abruf 4. Januar 2010

- Robert Dennhardt, Die Flipflop-Legende und das Digitale. Eine Vorgeschichte des Digitalcomputers vom Unterbrecherkontakt zur Röhrenelektronik 1837 - 1945, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2008

- demgegenüber "Instantanität" (Florian Sprenger) der elektromagnetischen Funkmedien; gelingt die zeitliche Untertunnelung der Raum-Distanz; 19. Jahrhundert elektrotechnische Eskalation gegenüber

Heines Bemerkung zum verkehrstechnischen Auseinanderklaffen von Raum und Zeit, wie es ein Rückblick des frühen 20. Jahrhunderts ausgerechnet aus der Sicht der Firma Telefunken diagnostiziert: "Das moderne Zeitalter der Naturwissenschaft und Technik zeigt ein doppeltes Streben: Erkenntnis und Dienstbarmachung der Naturkräfte und Überwindung von Raum und Zeit. <...> Durch die Entwicklung der Mechanik und all der Maschinen, die deren Gesetzen gehorchen, insbesondere durch die Ausbildung der modernen Verkehrsmittel, sind für uns Raum und Zeit in der Vorstellung bereits sehr zusammengeschrumpft. Aber nicht überwunden. Und das wird auch mit ihrer Hilfe niemals gelingen. Denn die Gesetze, von denen die mechanischen Kräfte beherrscht werden, schließen in sich die Unmöglichkeit ein, in einer für unsere Begriffe verschwindend kleinen Zeit nach jedem beliebigen Ort der Erde zu gelangen. Aber dank der geheimnisvollen, für uns körperlichen Wesen transzendentalen Kräfte der Elektrizität und des Magnetismus sind wir auf dem besten Wege, zu einer "irdischen Allgegenwart" zu gelangen, natürlich nur zu einer sinnlichen. Es war in der Tat ein ereignisvoller Abend an jenem dritten August ds. Js., an dem das erste offizielle Telephon-Gespräch von Berlin nach dem 12000 km entfernten Buenos Aires geführt wurde - die Verwirklichung der "Ubiquität" (Paul Valéry) und der "Noosphäre" (Teilhard de Chardin)

Operationsverstärker

- Operationsverstärker: invertierender und nicht-invertierender Eingang; idealerweise: unendliche Spannungsverstärkung. Demgegenüber dann Rückführung des Ausgangssignals. Wikipedia: "Das Design von Operationsverstärkern ist darauf ausgerichtet, dass deren eigentliche Funktion weniger durch den Operationsverstärker selbst als viel mehr durch die äußere Beschaltung festgelegt wird. <...> Der ideale Operationsverstärker ist ein stark vereinfachtes Modell, in dem die parasitären Eigenschaften realer Operationsverstärker vernachlässigt werden."

- einfacher OP fungiert mit seinen zwei Eingängen auch als Differenzverstärker; vgl. das sogenannte Rekursive Filter in der Informatik als diskretes Gegenstück; dient dort der Glättung von Signalen, vergleichbar mit dem Shift-Register (der aber nur einen Kanal darstellt, im Unterschied zu den zwei Eingängen des OP)

- In der von Philbrick hergestellten Form sieht der Operationsverstärker als elektronisches Bauteil auf Basis zweifacher Elektronenröhren zunächst aus wie ein Flipflop aus dem Z22 der Zuse KG. Beide Realisierungen sind tatsächlich strukturverwandt; der OP schaltet beide Röhren als Mitkopplung, der Flipflop als Rückkopplung (Hinweis Henry Westphal, Berlin, 3. November 2011)

- Als medienepistemisches Ding realisiert im Analogcomputer Operationsverstärker in einer spezifischen Weise ein Kernanliegen der Kybernetik, nämlich die negative Rückkopplung. Der OP ist heute noch

wirksam in allen möglichen (ansonsten digitalisierten) Elektroniksystemen, etwa in Sensoren

- vollmechanische Flipper-Automaten stellen ein stochastisches Spiel dar; die Triggerung durch Sprungfedern läßt die Kugeln durch die mit Widerständen bestückten Felder irren, nahe am Prinzip der Operationsverstärker.

- Operationsverstärker: eine komplexe Schaltung zur Ausführung analoger Rechenoperationen. "Eine Eingangsspannung um einen genauen Faktor zu verstärken entspricht der Rechenoperation Multiplikation" <Lernpaket Elektronik 2006, 87>; ebenso lassen sich damit Addition und Subtraktion „mit großer Genauigkeit“ - genau die Grenze zum präzise Digitalen - durchführen. „Ursprünglich wurden diese Schaltungen für Analogrechner entwickelt, die Vorgänger heutiger Computer“ - womit aber die Vorgeschichte des Digitalcomputers nicht die eigene ist. „Heute sind die Universalbausteine für die unterschiedlichsten Aufgaben“ <ebd.>.

- OPV = komplexe integrierte Schaltung (auf Röhren-, später Transistorbasis). Funktionen: der Differenzverstärker, der kleinste Differenzen zwischen den Eingängen erheblich verstärkt = ebd., Unterkapitel „Den kleinen Unterschied verstärken“; Operationsverstärker entwickelt zur Realisierung mathematischer Operationen (Addieren, Subtrahieren, Invertieren, Skalieren, aber auch Differenzieren und Integrieren); Operationsverstärker verstärkt kleinste Eingangsdifferenzen zu großen Ausgangsdifferenzen

- Nyquist-Kriterium (Differenz zwischen schwacher und starker Kausalität), etwa bei Anstoß zweier zweiarmiger Pendel a) aus gleicher Lage mit starker Inklination (Gravitation), so daß beide fast synchron pendeln, und b) aus schwacher Ausgangslage (beide verhalten sich dann non-linear zueinander)

"Die Zukunft ist analog"

- <http://www.heise.de/newsticker/meldung/Wired-Konferenz-Die-Zukunft-ist-analog-und-sozial-1360961.html>; Oktober 2011

- Ansprache von Rechnerressourcen erfolgt über verschiedene Masken und Vorlagen, die der Biologie näher stehen, etwa *die pulsbasierte Taktung* von Mikroprozessoren. Alan Turing war bereits der Ansicht gewesen, dass sich nicht deterministische, sondern lernfähige Rechner durchsetzen werden - eine "Orakel-Maschine", die ab und zu auch Vermutungen anstellt. Genau dies bietet Googles Suchmaschine mit dem "Auf gut Glück"-Knopf: "Menschen machen zufällige Klicks und die Maschine lernt davon." So kann Intuition mit Erfindungsgabe ersetzt werden

- Ausdruck "an Stellschrauben drehen": konzeptueller Begriff entstammt dem haptisch-intuitiven Modell des Analogcomputers

"Wir erleben eine analoge Revolution, die digital vorangetrieben wird" (Richard Seymour) - etwa persönliche Agenten wie "Siri" im neuen iOS und iPhone von Apple, die ständig mit einer Person lebten und ihre Wünsche registrieren. Entscheidend sei dabei nur, dass die personenbezogenen Daten in der Kontrolle ihres Eigentümers blieben und nicht "in die Cloud" wanderten.

Das kybernetische Modell

- 1876 von Lord Kelvin (William Thomson) formulierte Grundidee für die elementare Komposition von Analogrechnern: Der Ausgang eines Elementes, das am Ende einer Kette von Elementen liegt, wird mit dem Eingang des Anfangselementes rückgekoppelt.

- Georg Klaus: Kybernetik = Wissenschaft von abstrakten Systemen, die „als theoretische Analogiemodelle bestimmte wesentliche allgemeine Eigenschaften von Klassen dynamischer Systeme in den verschiedenen Bereichen der Wirklichkeit - Regelung, Selbstorganisation und Selbstreproduktion, Informationsverarbeitung und -speicherung, strategisches Verhalten und andere Eigenschaften“ - widerspiegeln.⁸² Die Auswahl an Parametern ist hinreichend begrenzt, ohne Anspruch auf Einbezug aller möglicher Kriterien; insofern eine Heuristik.

Schaltung zwischen analog und digital

- Techno/logie = Verschränkung von Materie und Schaltplan (also Hardware und Logik). Im Computer ist dieser Schaltplan auf Ebene der Programmierung nicht fest verdrahtet, damit mathematisierbar; die Verkabelung (*patching*) wird durch Algebra ersetzt.

- Recht eigentlich ist die Meßtechnik eine operative Entscheidung, etwa die Balkenwaage, die eine Gewichtung in eine analoge oder digitale Form bringt: einen Zeigerausschlag oder eine dezimale oder binäre Zahl.

- ETH Zürich, *online*-Kurs "Elektrotechnik", S. 45: Der ideale „Ein/Aus“ Schalter ist medientechnisch ein ideales Bauelement für binäre Logik und er wird medienlogisch durch binäre Logik beschrieben. Im offenen Zustand besteht keine Verbindung zwischen den Klemmen (Leerlauf, unendlicher Ohm'scher Widerstand, Leitwert Null). Im geschlossenen Zustand werden sind die Klemmen ideal miteinander verbunden: ein Kurzschluss, bzw. Ohm'scher Widerstand Null, bzw. unendlicher Leitwert. Wird beispielsweise ein solcher Schalter zur Zeit t_1 eingeschaltet, so gilt für Schalterstrom i und Schalterspannung u : $i = 0$ falls $t < t_1$ und $u = 0$ falls $t > t_1$. <...> In logischen Schaltungen kann man das dynamische in erster Näherung vernachlässigen und auch die Spannungen und Ströme nach dem Schaltvorgang statisch behandeln. Praktisch ist dies allerdings insbesondere bei schnellen Schaltvorgängen problematisch.

⁸² Georg Klaus, Wörterbuch der Kybernetik, Bd. 1, Frankfurt/M. 1969, 324

Ringmodulatoren

- Ringmodulatoren "Analogschaltungen mit denen zwei Eingangssignale zu einem Ausgangssignal gemischt werden. Das Ausgangssignal entspricht dabei der Summe und der Differenz der beiden Eingangssignale, enthält aber nicht die ursprünglichen Eingangssignale.

Solche Ringmodulatoren werden in der Trägerfrequenztechnik und in Synthesizern eingesetzt. In Synthesizern sind die generierten Ausgangssignale rauh, grell und unharmonisch. Werden als Eingangssignale oberwellenhaltige Signale wie Rechteck- oder Dreieckssignale benutzt, dann entstehen komplexe Ausgangssignale mit Hall-ähnlichem oder Glocken-gleichen Klang."⁸³

Halb-digitale Momente des Analogrechners

- rechnen Digitalcomputer beliebig genau. Sie behandeln Turing zufolge alle Größen „und gerade die Zeit“ als diskrete Elemente, also nach dem Vorbild des alphabetischen Codes, gleich der „vulgären Zeit“ (Heidegger) der Uhren. Turing schreibt 1947 über den digitalen Computer, „daß der Taktgeber uns erlaubt, Diskretheit in die Zeit einzuführen, so daß die Zeit zu bestimmten Zwecken als eine Aufeinanderfolge von Augenblick anstatt als kontinuierlicher Fluß betrachtet werden kann“ - hier im Bund mit dem quantisierenden Sampling, das Zeit als Kehrwert von Frequenzen behandelt. Epistemologisches Scharnier ist hier die Fourieranalyse, die ein Klangereignis, also ein Signal in der Zeit, als Komposition von Frequenzen, also rechenbaren Zeitwerten behandelt. McLuhan stellt - über Lewis Mumford hinausgehend - einen Zusammenhang zwischen Vokalalphabet, Gutenbergscher Typographie, Uhrwerk und Fließbandarbeit her; Kittler zufolge macht dies Digitalcomputer "zwar so dumm wie vormals Taylors Fließbandarbeit und unfähig, Differentialgleichungen überhaupt anzugehen, aber es löst alle Intelligenz in elementare, also machbare Grundrechenoperationen auf. Anstelle der klassischen Differentialgleichungen sind Differenzgleichungen getreten und anstelle der ebenso eleganten wie heiklen Fouriertransformation ihre schnelle diskrete Variante, die <...> entstand, um noch Blitzkriege im Mikrosekundenbereich zeitdiskret abtasten zu können. Die zeitdiskrete Abtastung begann bekanntlich mit der Morsetelegraphie, ihren Relais und Tastern. Zum erstenmal definierte schiere Dauer in einer standardisierten Zeit den Zeichenstatus von Punkten und Strichen“⁸⁴

⁸³ Lexikon IT Wissen, <http://www.itwissen.info/definition/lexikon>, Eintrag "Ringmodulator", Zugriff 22. Oktober 2009

⁸⁴ Friedrich Kittler, Am Ende der Schriftkultur, in: Gisela Smolka-Koerdt / Peter M. Spangenberg / Dagmar Tillmann-Bartylla (Hg.), Der Ursprung von Literatur. Medien, Rollen, Kommunikationssituationen zwischen 1450 und 1650, München (Fink) 1988, xxx-300, hier: 296

- wie es vormals allein die Prosodie leistete (auf die Augustin in Buch XI seiner *Confessiones* im Zusammenhang mit der Frage nach der Zeit ausdrücklich rekurriert)

- das Reissche Telephon: induzierte Unterbrechungen (durch Öffnen und Schließen des Stroms) verführen den Eisenkern bei höheren Oszillationen, als es die natürliche Materialität des Eisenkerns verträgt, zu quasi-Obertönen: „Der Eisenstab gibt nicht mehr seinen Longitudinalton, sondern einen Ton, dessen Höhe oder Tiefe der Unterbechungszahl (in gegebener Zeit) entspricht“ - das Analoge, buchstäblich. „Der Stab reproducirt den Ton, der dem Unterbechungsapparat zugeführt wurde“ = Reiss, zitiert nach: Steinbuch 1968: 73

- "Bei manchen Analogrechnern sind Einrichtung vorgesehen, die ein selbsttätiges Anhalten nach einer einstellbaren Zeit oder ein periodisches Anhalten nach gewissen Zeitabständen erlauben."⁸⁵

- Sampling erfolgt bereits mit analogen Rechenelementen im Analogcomputer: "Bei der Berechnung und Simulierung kontinuierlicher linearer Systeme mit einem elektronischen Analogrechner ist die Integration die fundamentale Rechenoperation. An die Stelle des Integrators tritt bei der Untersuchung von diskontinuierlich arbeitenden Systemen der Abtaster, der die Eingangszeitfunktion zu den Abtastzeitpunkten mißt und über eine Abtastperiode speichert."⁸⁶

- "Parametron", ein Digitalcomputer, der mit Hochfrequenzen in Phasenverschiebung rechnet. So bewegt es sich aufeinander zu: einerseits der Digitalcomputer, der im Konkreten (wie von Norbert Wiener in den Macy-Konferenzen betont) immer nur annäherungsweise "digital" schaltet, und andererseits der Analogcomputer, der sich in Grenzen "digital" zu verhalten vermag. In der konkreten Materie sind beide Weise "aufgehoben" (Hegel); analoges XOR: <http://www2.informatik.hu-berlin.de/~oberthol/html/Analog%20XOR.html>

Eine implizit mathematische Medienphysik

- bildet Analogrechnen keine unmittelbare Analogie zur Physik der Welt, sondern basiert auf Äquivalenz der mathematischen Beschreibung seines Verhaltens zur analogen mathematischen Analyse eines Weltvorgang. In dieser mathematischen Analyse die alternative Option, nämlich die unmittelbar mathematische Errechnung eines Weltäquivalents im Digitalcomputer, bereits angelegt. Software-Paket *Eisenbahn.exe european class* (Software Untergrund, Klettgau 1999), also eine virtuelle Modelleisenbahn, im Kapitel zum Rollmaterial: "Die Lokomotiven und Waggons unterliegen übrigens berechneten physikalischen

⁸⁵ Wolfgang Giloi / Rudolf Lauber, Analogrechnen. Programmierung, Arbeitsweise und Anwendung des elektronischen Analogrechner, Berlin / Göttingen / Heidelberg (Springer) 1963, 21

⁸⁶ A. Kley / G. Meyer-Brötz, Analoge Rechenelemente als Abtaster, Speicher und Laufzeitglieder, in: Elektronische Rechenanlagen Bd. 3 (1961), Heft 3, 119-122 (119)

Gesetzmäßigkeiten" = Handbuch S. 24; virtuelle Physik in Computerspielen

- beschreibt James Clerk Maxwells mathematische Entfaltung von Michael Faradays Entdeckung des elektromagnetischen Feldes das Verfahren als eines, das die Unterstellung mathematischer Analogien im Analogcomputer vorwegnimmt: "Um physikalische Vorstellungen zu erhalten, ohne eine specielle physikalische Theorie aufzustellen, müssen wir uns mit der Existenz physikalischer Analogien vertraut machen. Unter einer physikalischen Analogie verstehe ich jene theilweise Aehnlichkeit zwischen den Gesetzen eines Erscheinungsgebietes mit denen eines andern, welche bewirkt, dass jedes das andere illustriert. Auf diese Art sind alle Anwendungen der Mathematik in der Wissenschaft auf Beziehungen zwischen den Gestzen der physikalischen Grössen zu denen der ganzen Zahlen gegründet, so dass das Streben der exacten Wissenschaft darauf gerichtet ist, die Probleme der Natur auf die Betimmung von Grössen durch Operationen mit Zahlen zurückzuführen" = James Clerk Maxwell, Über Faradays Kraftlinien (1855/56), in: Ostwalds Klassiker der Exakten Wissenschaften, Bd. 69, herausg. v. Ludwig Boltzmann, Reprint Thun / Frankfurt/M. (Harri Deutsch) xxx, 4

- Elektronischer Analogrechner EAI-TR 48 (Electronic Associates Ltd., USA, 1968), Exemplar im Deutschen Museum München, Inv. Nr. 1995-482, übernommen vom Institut für Flugmechanik und Flugregelung (Technische Universität München); simuliert Rechenvorgänge durch Umwandlung elektrischer Spannungssignale. Analogrechner bildet die mathematische Beschreibung der Flugzeugbewegungen mit elektronischen Rechenelementen nach; Helmut Hölzers Analogcomputer zur Simulation des Flugs der A4, i. U. zum integrierten "Mischgerät" zur Echtzeit(mit)steuerung des Projektils selbst

- derzeit auf Digitalrechnern Analogrechnerschaltungen selbst simuliert und parallel arbeitende Digitalcomputer erstrebt⁸⁷

- mathematische Modellierung welthafter Dynamik durch elektronische Bausteinverkettung heißt im Umkehrschluß: alle elektronische Schaltungen sind implizite mathematische Konfigurationen / Eskalationen der pythagoreischen Welt-ist-Zahl-Vermutung am Monochord; implizite Sonik: "Die Musik ist für die Seele eine verborgene arithmetische Übung, wobei die Seele zählt, ohne dessen bewußt zu sein" = Leibniz 1712, brief an Christian Goldbach, zit. <von Enders 2005: 15> nach: Géza Révész, Einführung in die Musikpsychologie, Bern 1946

- verbindet " Programmierer" auf Steckbrett die modularen Rechenelemente (Integratoren, Summierer, Multiplizierer); die Verkabelung simuliert die Flugbewegung. Durch Messung der umgewandelten Eingangsspannungssignale läßt sich der zeitliche Verlauf der Flugbewegungen verfolgen.

⁸⁷ Ein Argument von Gunter Schwarze in seiner Festrede aus Anlaß der Enthüllung einer Gedenktafel für Helmut Hoelzer auf Usedom

- modulare Beschaltung ist im Grunde ein "Experimentalsystem" im Sinne der Definition von Hans-Jörg Rheinberger

- Unterschied zwischen Digital- und Analogcomputer: Vgl. Welle/Teilchen-Differenz; die (scheinbare) Opposition wird aufgehoben im Begriff (und in der Mathematik) der Wahrscheinlichkeitswellen (Schrödinger), im *computing* konkret als digitale Signalverarbeitung als diskrete (teilchenhafte) Meisterung von (metaphysisch gesehen) „kontinuierlichen“ Prozessen (der *physis*)

- Elektronenröhren für die Impulstechnik (etwa EDVAC) zunächst der Radiotechnik entnommen; erweisen sich aber als überbelastet. Daher Entwicklung spezieller Computerröhren (wie für Zuse Z22)

„Die Rechengrößen sind beim elektronischen Analogrechner Amplituden von Spannungen. Die Verarbeitung erfolgt in Rechenelementen in paralleler Arbeitsweise“⁸⁸; nicht Welt ist Zahl, sondern Zahl hier ist Welt.

- Differenz von Knacken (diskret) und Ton (analog), vertraut vom elektronischen Synthesizer: "Im Digitalrechner werden die Zahlen durch Ziffernfolgen, im allgemeinen durch Binärziffern, dargestellt, die durch Impulse realisiert werden. Ihre Verarbeitung erfolgt in Rechenwerken, die aus logischen Grundbausteinen aufgebaut sind und seriell bzw. sequentiell Informationen abarbeiten" = ebd.

- Stärken beider Systeme liegen in der markierten Differenz: "Der Analogrechner dient hauptsächlich der Lösung von gewöhnlichen Differentialgleichungen und in den Ingenieurwissenschaften der Simulation dynamischer Systeme. Der Digitalrechner hat ein universelles Einsatzfeld, in dem umfangreiche algebraische Berechnungen mit hohen Genauigkeiten einen Schwerpunkt bilden" = ebd., 7

Für die Simulation dynamischer Systeme bedarf es nicht nur einer präzisen Geometrie, sondern auch die zugrundeliegenden physikalischen Gesetzmäßigkeiten müssen modelliert werden - *physical modelling* im Digitalcomputer, Direktsimulation im Analogrechner.

Erst die hybride Kombination des im Zeitbereich mächtigen, weil parallelverarbeitenden Analogcomputers mit der Tugend des Digitalcomputers erlaubt es hinreichende Genauigkeit in bestimmten Rechenanwendungen zu erzielen - vertraut als das unauflösbare Orts/Zeitpunkt-Unschärfeproblem.

Vgl. die menschliche Fähigkeit, in Wolken und Tanz etwa "unsinnliche Ähnlichkeit" zu erkennen; besonders Sprache und Schrift sind damit "ein Archiv unsinnlicher Ähnlichkeiten [...] geworden".⁸⁹

⁸⁸ Achim Sydow, Elektronisches Hybridrechnen, Berlin (VEB Verlag Technik) 1971, 6

⁸⁹ Walter Benjamin, Über das mimetische Vermögen, in: Gesammelte Schriften, Bd. II, 1, Frankfurt/M. 1989 (2. Aufl.),

- analoges Radio und Fernsehen, wenn sie (oh Wunder) auf Basis von Energie aus Starkstrom (das 220 V Wechselstrom-Netz) niederfrequente Signale (Sprache und Musik) ertönen lassen, Äquivalente zum Analogrechner in der Computistik, insofern es dann quasi-mathematische Operationen ausführt, bzw. analog zum Analogcomputer, mit dessen Hilfe elektronische Vorgänge *a/s* physikalische Werte gerechnet werden, parallel zur Mathematik (die sich in diesem Moment auch tatsächlich daran abspielt)? Womit wieder zum Thema kommt: eine Mathematik, die sich vollzieht, ohne überhaupt erst symbolisch zu werden; das mathematische Wissen um Wellengleichungen etwa steckt schon jeder Saite, wenn sie erklingt, und jedem Ton vom Magnettongerät

- schwingende Geigensaite nur in Grenzen durch den elektronischen Analogcomputer simulierbar, anhand von „Modellen, wie sie die analoge Umwandlung mechanischer Systeme in elektrische bietet.“⁹⁰ Die Schwingungserzeugung durch Anstreichen (Geigenbogen) erweist sich als nur in Grenzen elektronisch analysierbar: "Wir hatten ursprünglich versucht, das ganze Problem ins Elektrische zu übersetzen, also auch die Saite durch einen Kettenleiter aus Spulen und Kondensatoren, mußten dies aber aus der bekannten Erfahrung aufgeben, daß elektrische Systeme infolge der Ohmschen Widerstände viel gedämpfter sind als mechanische" = Cremer 1971: 234

Unwillkürliche Analogrechner / Implizite Differentialmathematik

- Fachbegriff Rechenschaltung gilt für das analoge wie das digitale Regime: "Anordnung von analogen Übertragungsgliedern oder digitalen logischen Verknüpfungsgliedern, die eine vorgegebene Rechenfunktion verrichtet"

- vollzieht bereits ein Radio oder Fernseher mit seiner komplexen Verschaltung von Kondensatoren (gemessen in Farad), Widerständen (bemessen in Ohm), Röhren (Steilheit etc.) und Spulen (bemessen in Henry für die Induktion) eine Art verdrahteter ("hard-wired") Mathematik impliziter Natur- eine Gleichung aus Summen und Differenzen dieser Werte, ein fragiles Fließgleichgewicht, liquidierte (verflüssigte, strom-, also signalbasierte) Mathematik in dynamischer Schwebung

- "Die Einheit der Natur zeigt sich in der 'überraschendsten Analogie' der Differentialgleichungen auf den verschiedenen Erscheinungsgebieten."⁶ Schlagendes Beispiel dafür „ist die Schwingungstheorie, in der die Mechanik, die Elektrotechnik, die Radiotechnik, die Hydraulik" - und damit auch der Analogcomputer selbst

- Leibniz traut dem Unbewußten zu, daß es in Form der *petits perceptions* in der Lage ist, beim Spaziergang am Strand in den sich brechenden Wellen die Natur sich kalkulieren zu hören

- unwillkürliche Differentialmathematik: das Kohlegrießmikrofon, „bei welchem die Bewegung einer beschallten Membrane zur Veränderung des Übergangswiderstandes zwischen zwei Elektroden, welche in eine Kohlegrießkammer eintauchen, benutzt wird“ = Steinbuch 1968: 75; Branlys „Kohärer“ (Fritter)

- Verkehrs-Radargerät gleicht Sende- und Echofrequenz miteinander ab (Schwebung?); „daraus wird – gleichfalls auf elektrischem Wege – die Fahrzeuggeschwindigkeit bestimmt und von einem Instrument angezeigt. Überschreitet sie den am Gerät einzustellenden Wert, so wird automatisch der Kameraverschuß betätigt und sa Nummernschild des Verkehrssünderers im Bild festgehalten“⁸ - Umschalten auf digitale Entscheidung im Makrobereich (Hysterese)

Der epistemologische Einsatz des Analogrechners

- indem Analogcomputer ein Analogon der Wirklichkeit zeitigt, gilt für ihn Roland Barthes' Definition des photographischen Bildes als denotative "Botschaft ohne Code"⁹¹

- Schlußbemerkung von Achim Sydows *Elektronisches Analogrechnen* kommt ausdrücklich auf den "erkenntnistheoretischen Nutzen des Analogrechners" zu sprechen.⁹² Konkret unterstreicht er, "daß das Analogrechnen mehr als jede andere Rechentechnik Einsichten in die Arbeitsweise dynamischer Systeme verschafft" <ebd.> und zitiert das Leitwort aus R. W. Hamming's Buch *Numerical Methods for Scientists and Engineers*: "Der Zweck einer Rechnung ist Einsicht, nicht Zahlen" <ebd.> - die *ultima ratio* des Analogrechners.

- "Die Arbeit mit der gesamten Rechenschaltung bei Parametervariationen und Strukturänderungen sowie die sofort auswertbare analoge Ausgabe der Lösung in Kurvenform trainieren das Einfühlungsvermögen in die Dynamik des Systems."⁹³ Zur ausdrücklichen "Denkschule" wird der Analogrechner, indem er das "dynamische Denken" massiert <ebd.> - als die (im Sinne McLuhans) eigentliche Botschaft dieses Mediums

Nicht-numerische Mathematik

- "Aber noch sind einige, die zu erfahren vermögen, daß das Denken kein Rechnen ist."⁹⁴

⁹¹ Siehe Roland Barthes, *Fotografie als Botschaft* [*1964], in: ders., *Der entgegenkommende und der stumpfe Sinn. Kritische Essays III*, Frankfurt/M. 1990, 11-27

⁹² 3. neuverf. Aufl. 1971, VEB Verlag Technik Berlin, 72 (Kapitelüberschrift)

⁹³ Achim Sydow, *Elektronisches Analogrechnen*, Berlin (VEB Verlag Technik) 3. neuverf. Aufl. 1971, 71

⁹⁴ Martin Heidegger, zitiert als Motto eingangs zu: Erich Hörl, *Parmenideische Variationen*. McCulloch, Heidegger und das kybernetische Ende der Philosophie, in: Pias (Hg.), *Macy-Konferenzen*, Bd. II, xxx-xxx

- "Der Begriff des 'Berechnens' ist demnach viel allgemeiner als der Begriff des Zahlenrechnens."⁹⁵

- während Digitalcomputer die Welt "sampelt" (ganz so, wie in der Abtastung kontinuierlicher Schwingungen deren quasi-momentanen Werte zeitdiskret quantisiert werden), bleibt die Werteverarbeitung im Analogcomputer stetig: "The fundamental difference between analog and digital computers is that analog computers operate on continuous data rather than on discontinuous and discrete units of information. <...> input data and parameter values which vary during the calculation are not broken down into numerical values <...>. Instead they are represented by the rotation of a shaft or transformed into voltage."⁹⁶ Demzufolge handelt es sich nicht um Eingangs"daten", sondern um Signalen.

Der *Differential Analyzer* (Vannevar Bush)

- Ab. B. Macee, An electronic differential analyzer, Boston: MIT 1948

- Wiener in Erinnerung an Vannevar Bushs Differential Analyzer. „In Bushs Maschine wurden Zahlen nicht als Folgen einstelliger Ziffern, sondern als Meßwerte dargestellt. <...> Die Analogiemaschine mißt, die Digitalmaschine zählt" = Norbert Wiener, Mathematik -Mein Leben, Düsseldorf / Wien (Econ) 1962, 119; dazu Pias: Computer-Spiel-Welten, xxx (Datei "action"); darin: "kinetically act out the mathematical equation" (Owen). Wobei "die Handbewegungen von Operatoren- und Plotterarmen tatsächlich jene Daten *sind*, die auch verarbeitet werden" (Pias) - transitives rechnen. Vorteil in der Epoche ohne Monitore: Anschaulichkeit, Sichtbarkeit. Hier gilt uneingeschränkt Friedrich Kittlers Diktum "there is no software", denn: "Bushs Wartungstechniker ´versteht´, da sie ja sichtbare Bewegungen sind, mathematische Probleme ohne das Symbolische der Schrift und kann `programmieren´ ohne die Diagrammatik der Programmbeschreibungen" = Kapitel 1.5 in: Diss. Claus Pias, Computer - Spiel - Welten, xxx

Computer als Analogrechner (Definitionen)

- Typoskript Alan Turing "Proposed electronic calculator" [Automatic computing engine] = ACE, 1946, als Photokopie im Archiv von King's College, Cambridge (Inventar des Nachlasses Turing, *online*: <http://janus.lib.cam.ac.uk>), Gruppe AMT/C, No. 32:

<p. 2> Bislang Maschinen für Grundrechenarten hinreichend, "except machines of the nature of the differential analyser and wind tunnels, etc., which operate by measurement rather than by calculation."

⁹⁵ Helmar Frank, Objektiviertes Rechnen, in: ders. (Hg.), Kybernetik. Brücke zwischen den Wissenschaften, 7. völlig neu bearb. Aufl. Frankfurt/M. (Umschau) 1970 [Erstausgabe 1962], 133-150 (133)

⁹⁶ Small 1993: 8

Datenflußrechner

- Analogcomputer eine "Datenflußmaschine" (Bernd Ulmann), ohne die zeitdiskreten, am (Uhr-)Takt orientierten Datensynchronisationsprobleme wie im Digitalcomputer; Thema Datenflussrechner: Reiner Hartenstein, ein entschiedener Vertreter der Technischen Informatik: <http://helios.informatik.uni-kl.de/staff/Hartenstein.html>; sein Begriff "Von-Neumann-Syndrom"; alternative Lösungen frühzeitig bedenken, damit dann neue Realitäten benennen ("Xputer"); Parallelrechner

Analogcomputer und *anti-aircraft prediction*

- George R. Stibitz unterscheidet in einem Typoskript (Memorandum) vom 23. April 1942 über "Digital Computation for a. a. directors" im Rahmen einer Konferenz über elektronische Feuerleitkontrolle in der Flugabwehr den "analogue" vom digitalen Computer und nennt letzteren "digital" im Unterschied zum "pulse" Computer: "Computing mechanisms have been classified as `analog´ or as `pulse´ computers. The latter term seems to me less descriptive than the term `digital´" = zitiert nach dem Faksimile des Dokuments in: Dennhardt 2009: 157. Folgt eine Definition des Analogcomputers: "All directors in use now are of the former type; that is the value of each variable in the computation is represented in the mechanism by the magnitude of a physical quantity such as length, voltage, speed etc. It has been suggested from time to time that digital calculation, such as that performed by adding and calculating machines might be used in the A. A. director, with advantage" = ebd.; Hagemeyer 1979: 359; Dokument im Besitz Hagemeyer; Mindell 2002

- Weiter Stibitz 1942: "Digital computers introduce a consideration not found in kinematic analog computers, namely the ordering of computation steps in time"; meint den "number train" von Nullen und Einsen. "Digital computation is dynamic in character" (Stibitz 1942)

- Infometrie (laut Umstätter) macht die Inkubationszeit von Erfindungen berechenbar

- "analog" meint Signalverarbeitung; "digital" hingegen Daten- und Informationsverarbeitung (als mathematisches Maß im Sinne Shannons)

Homomorphismen, Isomorphismen: Diagrammatisches Denken in Modellen

- Dissertation Georg Klaus (NL Klaus, Archiv BBAdW) zu Isomorphierelationen, etwa zwischen Pendel und Schwingkreis

- Denken in Modellen statt in Algorithmen (Ulmann); entscheidendes Moment des Analogrechnens ist die Modellbildung; in welchen Medien

diese Modellbildung realisiert wird (mechanisch, elektronisch, Digitalcomputer) zweitrangig

- diagrammatisches Modell: "Das Gebilde A heißt homomorph zum Gebilde B, wenn ihre Strukturen analog sind, d. h., daß sich die Teile des Gebildes A den Teilen des Gebildes B mittels einer eindeutigen Abbildung, die dann Homomorphismus heißt, so zuordnen lassen, daß jeder Beziehung zwischen Teilen des einen Gebildes eine bestimmte Beziehung zwischen den diesen Teilen zugeordneten Teilen des anderen Gebildes entspricht" = Eintrag "Homomorphie", in: Georg Klaus (Hg.), Wörterbuch der Kybernetik, Bd. I, Frankfurt/M. u. Hamburg (Fischer Bücherei) 1971, 250. "Wenn diese eindeutigen Homomorphismen zudem umkehrbar sind, ist die Rede von Isomorphismen" = ebd., 252

- kritisiert Lenin in seiner Schrift *Materialismus und Empirio-kritizismus*: "Wenn die Empfindungen nicht Abbilder der Dinge, sondern nur Zeichen oder Symbole sind, die keine Art der 'Ähnlichkeit' (Helmholtz) mit ihnen haben, dann wird der materialistische Ausgangspunkt <...> untergraben" = zitiert hier nach: Hans Bozenhard, Georg Klaus. Gedanken zu seiner Semiotik, in: Klaus Fuchs-Kittowski / Siegfried Piotrowski (Hg.), Kybernetik und Interdisziplinarität in den Wissenschaften. Georg Klaus zum 90. Geburtstag, Berlin (trafo Verlag) 2004, 295-310 (299)

- "think analog" nach Modell Analogcomputer keine schrittweise, getaktete Symbolverarbeitung wie Turingmaschine; diagrammatisches Denken, im Unterschied zur algorithmischen Maschine, als Zeitintegral

Definitionen des Analogrechnens

- analog computing device with two distinguishing characteristics: "It performs operations in a truly parallel manner: many calculations all at the same time. It operates using continuous variables; it uses numbers that that change not in steps, but change in a smooth continuous manner. By contrast, a digital computer can only perform sequential (one at a time) operations, and operates on discrete (noncontinuous) numbers" = Doug Coward's Analog Computer Museum and History Center, <http://dcoward.best.vwh.net/analog> (November 2008)

- Arbeitsweise elektronischer Rechenanlagen: "Man kann im allgemeinen für jedes Problem einen physikalischen, insbesondere elektrischen bzw. elektronischen Vorgang finden, der durch dieselben Gleichungen beherrscht wird wie die im Problem geforderten."⁹⁷

- Analogrechner *keine* symbolverarbeitenden Maschinen (jedenfalls nicht im medienimmanenten Sinne), sondern Signal- und Spannungswandler
- Akzent auf *Änderung* (subjektiv in der Potentiometereinstellung, objektiv im dargestellten Objektverhalten) kennzeichnet den Analogrechner als genuin dynamisches Medium (im Unterschied zur Turing-Maschine als Zustandsmaschine): „(Dynamisch, weil es auf Änderungen reagiert.)“⁹⁸
Dynamisch aber verhält sich auch eine Flipflop-Schaltung in ihren

⁹⁷ Helmut Winkler, Elektronische Analogrechenanlagen, Berlin (Akademie-Verlag) 1961, 2

Zuständen, also eine digitale Baugruppe, wenn etwa die Ent/ladung von Kondensatoren eine Wechselschaltung steuert: „Welcher Elko gerade aufgeladen ist, bestimmen die Zustände der Transistoren“ <Schlenzig ebd.>

- Gegensatz zum Ziffernrechenautomaten; steht "Bearbeiter am Analogrechner in einer ganz anderen Beziehung zur zu lösenden Aufgabe. Man kann sagen, daß er ein „Gefühl“ für die Auswirkung von Parameteränderungen bekommt“ = Kathe 1970: 424

- Analogrechner speziell „unentbehrliche Hilfsmittel für die <...> Untersuchung von Schwingungsvorgängen und für die mathematische Forschung“ <ebd.>

- hängt Mathematik an der Abzählbarkeit (also zeitdiskret), oder ist eine andere Mathematik denkbar, die an einer anderen, nämlich kontinuierlichen Zeit hängt? „Die modellmäßige Nachbildung <sc. Eines physikalischen Prozesses durch den Analogcomputer> erfordert, daß für jede im Problem vorkommende Rechenoperation ein eigenes Rechenelement vorhanden sein muß. Eingangsgrößen und Veränderliche werden in physikalische Größen umgeformt, mit denen in der Maschine ‚stetig‘ gerechnet wird“ <Kathe 1970: 425> - ein Oxymoron?

- auch Analogrechner universell mächtig, angelegt in seiner Modularität wie der Synthesizer: „Ein universeller Analogrechner ist durch die Möglichkeit gekennzeichnet, die vorhandenen Rechenelemente nach dem Baukastenprinzip beliebig zu verbinden oder zusammensetzen“ = ebd.

- "Der gerätetmäßigen Lösung einer Gleichung liegt das Rückkopplungsprinzip von W. Thomson (dem späteren Lord Kelvin) zugrunde, nach dem Rechenelemente zu einem geschlossenen Schaltkreis verbunden werden. Ausgangsfunktionen von Rechenelementen gehen unmittelbar wieder als Eingangsfunktionen in Rechenelemente ein“ <ebd.>, was schon mechanisch geleistet werden kann.

- kann mit einem Analogrechner eine Regelstrecke kybernetisch simuliert werden, sondern auch deren Zeitverhalten, indem für die Simulation der Originalzeitmaßstab zugrunde gelegt wird oder durch eine Zeittransformation eine Zeitraffung oder Zeitdehnung erfolgt <ebd.>.

F(x): „Als Rechengrößen werden für die abhängigen Veränderlichen die Spannungen, / für die unabhängige Veränderliche die Zeit verwendet“ <ebd., 425f>; das zentrale Rechenelement ist dabei der „Rechenverstärker“ (vielfach ein Gleichspannungsverstärker, in dessen Rückkopplungszweig Widerstände oder Kondensatoren eingeschaltet werden).

⁹⁸ Klaus Schlenzig, Textbuch zum KOSMOS-Baukasten *electronic profi*, Stuttgart (Franck-Kosmos) 2007, 45 (Versuch 62 "Dynamisches Flipflop")

- analog der Maschinensprache für Digitalrechner gilt im Analogcomputer „die sog. Maschinengleichung, die im Analogrechner gelöst wird“ <ebd., 431>; die vorgegebenen Problemveränderlichen werden dabei in proportionale Maschinenveränderliche umgeformt.

- Abszisse der zu rechnenden Funktion ist selbst Zeit: Die Zeit t ist die unabhängige Veränderliche des zu untersuchenden Problems; T ist die unabhängige Analogrechenzeit (Zeit hier als Signifikant und Signifikat des Rechenprozesses)

- bevorzugtes Objekt für Analogrechnungen: die Integration einer Funktion der Zeit. "Die Differentiation wird in der Regel durch den Einsatz von Integratoren umgangen, obwohl es im Prinzip möglich ist, durch Auswechseln von Kondensator und Eingangswiderstand zu einem Differentiator zu kommen" = 435

- optisches Interface des Analogrechners keine intransitive Umsetzung der symbolischen Maschinensignale in menschenlesbare Sinnesdaten, sondern gibt transitiv Einblick in das ("Rechen"-)Geschehen des Geräts selbst: "Zur Funktionsausgabe werden in langsam rechnenden Analogrechnern Koordinatenschreiber, in schnellen Anlagen Katodenstrahloszillografen verwendet. Vielfach arbeiten die elektronischen Analogrechner repetierend, d.h., der Lösungsvorgang wird in Bruchteilen einer Sekunde (Frequenz bis zu 60 Hz) laufend wiederholt, so daß die Lösungskurve auf dem Bildschirm der Katodenstrahlröhre ‚steht‘. Auswirkungen von Parameteränderungen auf die Lösungskurve können somit unmittelbar verfolgt werden" <437> - also nicht in Echtzeit - das nämlich wäre diskret gerechnet -, sondern *live* Rundfunk

- implizite Mathematik (in Operation), oder ist der Begriff der Rechnung überhaupt nicht angebracht? So noch der vorsichtige Titel H. Winkler, Elektronische Analogieanlagen, Berlin (Akademie) 1961

- gilt im Unterschied zur impliziten Mathematik des Analog"rechners" für den ENIAC: „Numbers are never represented by the magnitudes of electrical signals, but only by their presence or absence on wires, and these signals are of sufficient magnitude (at least 3 volts <...>) that they are never destroyed by cross talk“⁹⁹

- "Ein Analogrechner liegt vor, wenn man zur Lösung eines mathematischen Problems ein analoges physikalisches System aufbaut und die Lösung des Problems durch ein physikalisches Experiment gewinnt, nämlich durch die Messung des Zustandes oder des zeitlichen Ablaufes der physikalischen Größen des aufgebauten Systems" = E. Kettel, Übersicht über die Technik der elektronischen Analogrechner, in: Telefunken-Zeitung Jg. 30 (Juni 1957) Heft 116, 129-135 (129)

⁹⁹ Arthur W. Burks, Electronic Computing Circuits of the ENIAC, in: Proceedings of the I.R.E. (Institute of Radio Engineers), August 1947, 756-767 (757)

- analoge Maschinerie: "In ihr wird <...> gar nicht im eigentlichen Sinne 'gerechnet', sondern die Lösung durch Aufbauen eines Analogons, eines Modells erzeugt." = Wolfgang Giloi / R. Herschel, Rechenanleitung für Analogrechner, hg. v. Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft AEG-Telefunken, Fachbereich Anlagen Informationstechnik, Konstanz o. J., 12 f.

- "Zu <...> der Sinnenwelt und der realen Welt, kommt nun <...> die Welt der physikalischen Wissenschaft, oder das physikalische Weltbild. Diese Welt ist / <...> eine bewußte, einem bewußte <...> Schöpfung des menschlichen Geistes und als solche wandelbar <...>" = Max Planck, Das Weltbild der neuen Physik [*1929], 11. unveränd. Aufl. Leipzig (Barth) 1952, 10 f.

- "<...> zwar das technische Problem mathematisch formuliert wird, dieses mathematische Problem dann aber nicht mit mathematischen Methoden gelöst wird, sondern gewissermaßen als Brücke" - also als Medium! - "dient, über die hinweg man zu einem Modell kommt, mit dem dann experimentiert werden kann" <ebd., 13>

- "Man hat weniger eine Rechenmaschine vor sich, als vielmehr ein Modell zum Experimentieren. Der Ingenieur kann bei der Untersuchung in den ihm geläufigen Begriffen denken. Er erhält die Lösung in anschaulicher, graphischer Darstellung." <ibid., 13>

- "Da die ihn interessierenden Größen oder Parameter alle unmittelbar zugänglich sind und ihre Veränderung sich unmittelbar in der Lösung auswirkt, erhält er vor allem auch <...> einen Einblick in die Struktur und Arbeitsweise des zu untersuchenden Systems <...>" <ibid., 13>.

Analogcomputer, FPGAs, Schwingungen

- Differenz im Zeitbereich; kein diskreter Takt, sondern asynchrone Rechnung

- Hava T. Siegelmann, Neural Networks and Analog Computing – Beyond the Turing Limit

In gemeinsamer Nähe zur Hardware

- ansatz von adrian thompson von 1996, der mit genetischen algorithmen fpgas als analogcomputer dienstbar gemacht hat (Hinweis Oswald Berthold)

- Dynamische physikalische Prozesse *a/s* Differential"rechnung" (ganz so, wie Leibniz in den sich brechenden Wellen am Strand die Natur sich kalkulieren hört): "Daß <...> in weiten Kreisen ein erhöhtes Interesse für alle Schwingungsfragen besteht, braucht in der Zeit des Rundfunks und Tonfilms <und neuerdings auch Fernsehen> wohl kaum hervorgehoben zu werden. Außerdem scheint <...> gerade die Schwingungslehre für den Anfänger, der mit der Differentialrechnung

noch nicht vertraut ist, besonders geeignet zu sein, den physikalischen Sinn dieser mathematischen Formelsprache verstehen zu lernen."¹⁰⁰

- Endim 2000 Elektro-Analogrechner (VEB Rechentechnik Glashütte, 1963-75); xy-Schreiber: Registriergerät zur Aufzeichnung des funktionellen Zusammenhangs zweier beliebiger physikalischer Größen, die in äquivalente Gleichspannungen umgeformt werden können, etwa: Kennlinien elektrischer Bauelemente (Elektronenröhren)

- Einsatz Analogrechner speziell für dynamische Probleme / Differentialrechner; Werte können *im Lauf* verändert werden

Analoge Oszillographien

- Begriff „Bildspeicherröhre“ im Zusammenhang mit Analogrechnern: Oszilloskop zum Ablesen der gemessenen/„errechneten“ Signalkurven (ist dies ein Rechenprozeß im physikalischen Sinn, vor-symbolisch?)

- Erinnerung von Helmut Kammerer (Karlsruhe): Spielerisch wurde aus Langeweile rein intuitiv versucht, mit Analogcomputer am Oszillographen quasi-Zeichnungen auf der Basis von Lissajous-Figuren zu erzeugen

Analogrechner an TU / DTMB

- Wolfgang K. Giloi, Principles of continuous System Simulation, Stuttgart (Teubner) 1975

- Wolfgang Giloi / Rudolf Lauber, Analogrechnen. Programmierung, Arbeitsweise und Anwendung des elektronischen Analogrechner, Berlin / Göttingen / Heidelberg (Springer) 1963

- Rechenvorgang erfolgt im Analogrechner nicht aufgrund numerischer Verfahren, sondern es wird ein physikalisches Modell aufgebaut, in dem strukturanalog (und geradezu diagrammatisch im Sinne von Peirce) die gleichen Gesetze gelten, wie sie durch das zu lösende Problem vorgeschrieben sind.

- Aufsatz „Analog was not a Computer Trademark“ von George Fox Lang, in: Sound and Vibration, August 2000): die Computersprache Mimic, „a Fortran-derived simulation language that tried to emulate an analog computer“

- Mathematik der Analysis, für die der Analogrechner (zumindest in der Variante gewöhnlicher Differentialgleichungen, primär mit Ableitungen nach der Zeit operierend) so optimal geschaffen war. Die Meisterung

¹⁰⁰ H. Barkhausen, Einführung in die Schwingungslehre nebst Anwendungen auf mechanische und elektrische Schwingungen, 6. Aufl. Leipzig (Hirzel) 1958, Vorwort zur 2. Auflage (1940)

dynamischer Prozesse ist die große Leistung elektronischer Medien, und so steht zur Diskussion, inwieweit die gängige harte Dichotomie zwischen „analog“ und „digital“ nicht selbst eine metaphysische Fiktion ist. Seit Planck wissen wir, daß das vorgeblich Stetige, je genauer wir hinschauen, ebenso sprunghaft, und damit prinzipiell numerisch berechenbar ist (Konrad Zuse selbst spekuliert darüber in *Rechnender Raum*)

- 1983 beim Aufbau des Instituts fuer Rechnerarchitektur und Softwaretechnik (GMD-FIRST) den am TU-Institut befindlichen Telefunken-Analogrechner RAT740 mit Zustimmung des Fachbereichs nach FIRST mitgenommen; nach Umzug nach Adlershof keine rechte Verwendung für den Rechner mehr; 1995 den noch voll funktionsfaehigen Rechner dem Museum für Technik als Leihgabe angeboten / angenommen; Bedingung, ihn auszustellen, fiel Beschluß zum Opfer, sich ganz auf Zuses Digitalrechner zu konzentrieren (Kommunikation Wolfgang Giloi, November 2008)

- Im Rahmen der *Mathema*-Ausstellung am Deutschen Technikmuseum in Berlin wieder Helmut Hoelzer Ur-Analogcomputer aus Peenemünde zu sehen (bzw. sein Nachbau). Stichwort, mit dem Hoelzer nach eigener Aussage (O-Ton seiner Berliner Rede von 1992) auf das Konzept kam, wie denn partielle Differentialgleichungen elektronisch in Echtzeit zu lösen seien: "Capacitors!"; radikaler Unterschied zwischen differentialelektrophysikalischem und algorithmischer Vorgehensweise, der auch völlig verschiedene "Interfaces" generiert, denn die Stellschrauben (Potentiometer und Steckplätze) am Analogcomputer ermöglichen ein geradezu intuitives Erproben des zu analysierenden Prozesses, im Unterschied zu den Kalkulationen des Digitalrechners, die in Form des "run"-Befehls immer zwischen Welt und Modell stehen

Unschärfen: Dem Realen auf der Spur

- "Während Zahlenrechnen, Chiffrieren und logisches Kalkulieren typische digitaler, "diskreter" Natur sind, gibt es auch eine "kontinuierliche" Realisierung des Rechnens. Vorherrschend ist dabei die "analoge" Darstellung der rationalen oder der reellen Zahlen durch Verschiebungen und Drehungen, konkret ausgebildet durch Stangen und Schieber einerseits, durch Räder und Scheiben andererseits."¹⁰¹ Kommen hier Zahnräder zum Einsatz, "dienen sie nur der formschlüssigen Verbindung und haben in rein analog arbeitenden Geräten keine diskretisierende Bedeutung" <ebd.>. Eine Konsequenz: "Wissenschaftstheoretisch gehört das Analgrechnen, das sich auf den Kontinuumsbegriff stützt, <...> nicht zur Informatik; die Realisierung durch physikalische Analogien erlaubt keine beliebige Steigerung der Rechengenauigkeit" <Bauer 2009: 62>

- entscheidend für die Genauigkeit analoger Rechenverfahren die Ableseeinrichtung; der Prozeß selbst ist infinit genau: Der Analogrechner praktiziert ein Überstreichen des Reellen (der reellen Zahlen), wie es analoge Speichermedien aufzeichnen (der Phonograph etwa; dazu Kittler

¹⁰¹ Friedrich L. Bauer, Kurze Geschichte der Informatik, München (Fink) 2. verb. Aufl. 2009, 57

1986), dem die Ablesegeräte immer hinterherhinken. Das Reelle ist dem Analogcomputer also eher anhörbar denn ablesbar

Gerade diese Ungenauigkeit des Analogrechnens mag seine Tugend wieder sein: dem Realen der Physik näher als die Modellierungen der numerischen Mathematik. Denn das physikalisch Reale *ist* die Unschärfe, der Analogrechner (weil mit Mitteln der Physik selbst operierend) auf der Spur

(Elektro-)Mechanische Analogrechner

- Analogrechner operiert mit kontinuierlich variierbaren Werten einer physikalischen Größe, mit Verstärker-Bausteinen
- Lord Kelvin 1876: Differentialgleichungen lassen sich mechanisch lösen
- Babbage, *Differential machine*; ferner Vannevar Bush, *Differential Analyser*
- Summen werden in Differentialgetrieben gebildet. Ideal für Berechnung von Systemen von linearen Differentialgleichungen, in denen nur Ablenkungen nach der Zeit auftreten; Integrieranlage
- Zusammenschaltung der Bausteine in „Kuppelplan“; Ausführung der mechanischen Kopplung mit Wellen und Zahnrädern

Wirtschaftsmodellierung

- Ökonomie von John Maynard Keynes (*General Theory*, 1936) zunächst durch eine Reihe abstrakter mathematischer Modelle (graphisch und algebraisch) veranschaulicht; zweidimensionalen Graphen ermangelt es an Darstellungsmöglichkeiten des Wesens von Prozessen, wie sie - ganz im Sinne von Lessings *Laokoon*-Theorem - im sprachlichen Text darlegbar war: "The Keynesian verbal approach presented the economy as a dynamic system, but these little mathematical models tended to be static, so that to understand the system, or show the implications of changes in its, required using 'the method of comparative statics'. This involved comparison of 'before' and 'after' situations by shifting curves on diagrams or by making a change in one equation and / following the causal impact through the series of equations in the system."¹⁰²

- ein Drittes, zwischen symbolischem Diagramm und operativem physikalischen Modell, ist die Mathematik Dynamischen: "Proposals to create dynamic mathematical models had been made during the 1930s by

¹⁰² Mary S. Morgan / Marcel Boumans, *Secrets Hidden by Two-Dimensionality: The Economy as a Hydraulic Machine*, in: Soraya de Chadarevian / Nick Hopwood (Hg.), *Models. The Third Dimension of Science*, Stanford (UP) 2004, 369-401 (372f)

the econometricians who introduced both lags and differential terms into their model equations" <ebd., 373> - Zeitfaktoren, wie sie in Elementen des Analogcomputers (Kondensatoren zur Signalverzögerung) quasi-mathematisch operativ werden

- Unterschied von Phillips' hydraulischer Maschine zur Veranschaulichung ökonomischer Zirkulation zum Analogcomputer ist die Absenz einer gemeinsamen mathematischen Analogie: "Phillips did not build his machine by starting from the extant mathematical models and simply translating them, but rather tried to resolve the problems <...> by directly linking the economic ideas with hydraulic ones" <ebd., 374>.

- kommt der Unterschied einer Modellierung dynamischer Prozesse durch Digitalcomputer im Unterschied zu Analogcomputern ins Spiel: "Richard Goodwin's 1948 proposal to represent the dynamics of the economic process not by difference equations but by differential equations, in other words, not by discrete steps but as a continuous process" <ebd., 374>

- analog ist, was unter mechanischer / elektrischer Spannung steht

- *Praxis der Naturwissenschaften-Physik* eine Paraphrase für Medienprozesse aus Sicht einer techniknahen Medienwissenschaft; Heft April 1986 über „Elektronik im Experiment“ nennt den Königsweg einer genuin medienarchäologischen Hermeneutik, die sich in reiner Textlektüre nicht erschöpft; virtueller Nachbau, wie die Lösung einer Schwingungsgleichung im Analogcomputer aussieht – auf Softwareebene also eine Simulation der Simulation, Stoff für medientheoretische Reflexion zum Verhältnis des sogenannten Digitalen zum sogenannten Analogen. Gleichzeitig ein Analogcomputer-Modul aus aktuellen Elektronikbauteilen zusammen basteln – ganz im Sinne eines Experimentalsystems

- Helmut Hoelzer, 50 Jahre Analogcomputer, in: Bolz / Kittler / Tholen (Hg.), *Computer als Medium*, München (Fink) 1994, 69-90; Rechner von Helmut Hölzer ab November 2008 in der Mathematikausstellung *Mathema*, Deutsches Technikmuseum Berlin

- Elektromechanischer Analogcomputer: Differential Analyzer (Bush); in Deutschland: Helmut Hölzer (WKII; V2)

Verwendung in Kopplung an Trägheitsnavigationssystem (Kreisel- und Kurssteuerung)

- zentraler Luftdatentechniker im Starfighter T 106 setzt einkommende Daten <besser: analoge Signale> auf elektromechanischem Weg in Steuersignal für den Autopilot und das Zielgerät um; aus Eingabewerten (Temperatur, Winkel) werden Höhe, Geschwindigkeit errechnet: Überwindung der physis durch Wandlung der Daten in (umrechenbare) Information. Extreme Eskalation: der Stealth-Bomber, der (im Sinne der Gravitation und der Aerodynamik) negentropisch fliegt, unwahrscheinlich im Sinne des nachrichtentechnischen Informationsbegriffs (Shannon / Luhmann).

- behandeln Differentialgleichungssysteme grundsätzlich dynamische Probleme, also Wellenphänomene; Wellenphänomene lassen sich darin anschreiben. Spezielles Problem: non-lineare Systeme. Steuerung von Strömen und Spannungen durch geringe (Meß)werte; müssen verstärkt werden: ideal dafür Elektronenröhren.

Schon Elektronik (Elektrotechnik) ist eine Modellierung der Welt (gleich Analogcomputer); siehe etwa Barkhausen, Schwingungslehre, oder xxx, Elektroakustik: Beide betonen die verblüffenden Analogien zwischen mechanischer und elektronischer Welt (Pendel / Schwingkreis). Nur daß die Modellierung hier mit Mitteln der Welt selbst geschieht (Elektrophysik); demgegenüber stellt der Computer die mathematische, also informatik abstrahierte Form der Modellierung von Welt dar: mittels Symbolen (die als solche nicht welthaftig sind). Andererseits aber kann Mathematik selbst als als Extremwert, als ein Grenzwert der physikalischen Maschine (und sei es als Papiermaschine) aufgefaßt werden (zumindest in der xxx-Schule der Mathematik).

Mathematische Maschinen (*Analogue Calculator*)

- mathematische Modellierung von Welt im Analogcomputer vollzieht sich in Form einer physikalischen Simulation; digitale Computer artikulieren sich vielmehr in Form numerischer Lösungen

- mechanisch programmierbare Rechenmaschine ASCOTA (Chemnitz)

- "Analog calculators work by analog, that is, they create a physical model of a mathematical problem. Many physical situations can yield mathematical results, provided they can be interpreted properly. The extent of a lateral or a rotational movement of a mechanism or the voltage level on a wire are examples of quantities which can be used to represent numbers. <...> types of analog calculators include devices used in drafting, measuring and integrating, e.g., parallel, rules, planimeters, pantographs and harmonic analyzers. The families in this order are divided according to the complexity of the mechanism itself single part, two-three part, multiple part, complex and programmable <...> with multiple part devices not developing until mechanical tooling was improved, in the early nineteenth century."¹⁰³

- anhand von Erfahrung mit Babbages *Difference Engine* erweist sich: "not everything that is expressed in the mathematical formulae etc. is necessarily able to be replicated in an analogous form in a machine. <...> machines themselves have linkages not present in the mathematics."¹⁰⁴

¹⁰³ <http://ed-thelen.org/comp-hist/1981Catalog.html>
Zugriff 20. November 2008

¹⁰⁴ Zitiert aus: <http://web.archive.org/web/2004012001464>

Mathematik als Musik? Das Monochord

- "implizite Mathematik"

- Monochord als Analogrechner: aristoxenische Richtung betrachte Intervalle »wie Strecken, die man zueinander addieren oder voneinander subtrahieren kann«¹⁰⁵ - ein Begriff des *Analogrechnens*. »Das Ziel der griechischen Mathematik ist also weniger das Ausrechnen, als, mit Kant zu sprechen, das Erforschen der Bedingungen der Möglichkeit des Ausrechnens. Und so lässt sie die ›Verhältnisse‹, die λόγοι, stehen und schaut sie sich an. Die Griechen sind die Erfinder der reinen Theorie (...).«¹⁰⁶

- medienepistemologisch erweiterte Bedeutung des Begriffs *analog*: „Die Tatsache, daß es für physikalische Vorgänge eine gesicherte mathematische Beschreibung gibt, erlaubt es umgekehrt auch, mathematische Zusammengänge durch physikalische Vorgänge nachzubilden“ <Giloi / Lauber 1963: 5> - etwa als Klang (die Erkenntnismusik von Pythagoras). Daraus resultieren akustische Meßmedien als sonische Analogcomputer bzw. mathematisierte Musik als Modellierung dynamischer Weltprozesse.

- das Monochord unter Varianten des vor-elektronischen Analogcomputers zählen

- begegnet das antike Monochord in Katalog zu einer Telefonausstellung wieder - als "Untersuchungsinstrument der Ohrenheilkunde zur Bestimmung der oberen Tongrenze, um 1910" = Helmut Gold / Annette Koch (Hg.): Das Fräulein vom Amt, München: Prestel 1993, 78

- Längenabteilungen des Monochords als implizite Mathematik (die pythagoreische These) und damit als akustische Form von Analogrechnen

- Monochord: Streckenverschiebung

Der Rechenschieber

- "Werden Daten in Form von Zahlen eingegeben und werden die Resultate ebenfalls in Zahlen angegeben, so spricht man von mathematischen Maschinen (digital machines); werden dagegen die Daten in Gestalt von Kurven oder von Winkeldrehungen, elektrischen Strömen usw. eingegeben und erzählt man die Resultate in entsprechender Form, so spricht man von mathematischen Instrumenten oder Apparaten (analogue machines)"¹⁰⁷

¹⁰⁵ Stefan Hagel, *Modulation in altgriechischer Musik: antike Melodien im Licht antiker Musiktheorie*. Frankfurt am Main; New York (Lang) 2000, 17

¹⁰⁶ Johannes Lohmann, *Musiké und Logos, Musikwissenschaftliche Verlags-Gesellschaft*, 1970, 11

Die geometrische Teilung einer Linie von A bis B durch eine maschinelle Implementierung ermöglicht Teilung, aber auch Multiplikation - die von Rechenschiebern vertraute Praxis von Analogrechnung im Unterschied zur arithmetischen Maschine.

Einfaches analoges Rechengerät: der Rechenschieber, bei dem eine Zahl durch eine bestimmte Länge dargestellt wird.

Ein archaischer Analogcomputer ist der Rechenschieber, seit dem 17. Jahrhundert in Benutzung.

"The most important breakthrough for analog calculators <...> came with the invention of logarithms by John Napier in 1614. This enabled the processes of multiplication and division to be carried out by addition and subtraction through proper positioning of number series along sliding rules. The results are interpolated between the marks on the rule."¹⁰⁸

- Rechenschieber in der Welt der Rechenmaschinen; Fokus auf der Differenz zwischen mechanischem Rechenschieber und elektronischem Analogcomputer; die Frage der "Programmierbarkeit" von Rechenschiebern; wie die Klassifizierung der Rechner in "analog" und "digital" von der Hardware abhängt

- dass der Analogrechner mit kontinuierlichen und Digitalrechner mit diskreten Variablen arbeitet; rein theoretisch kann auf der Hauptskala mit allen Werten zwischen 1 und 10 gerechnet werden, jedoch ist die Menge an Werten durch die Form des Rechenschiebers (es gibt eine Eingrenzung z.B. durch die Feinmotorik des Menschen und die Breite des Striches auf dem Läufer) bereits endlich; Skalierung des Gnomon (Sonnenuhrschatten)

- Vorteil des Analogrechnens liegt in der Schnelligkeit; das Ergebnis unverzüglich ablesen, während Digitalcomputer früher lange rechnen mußten - wie es ja auch für das Rechnen mit Zahlen auf Papier gilt. Andererseits können nur Digitalcomputer beliebig genau (hinter dem Komma) rechnen, während die Ablesbarkeit von Werten auf der analogen Skala an die Grenzen der Genauigkeit kommt. Daher wurden später auch "hybride" Kombinationen aus Analog- und Digitalcomputer entwickelt, welche die Schnelligkeit des Analogrechnens mit der Genauigkeit des Digitalrechnens verbinden

- Max Hartmuth, Vom Abakus zum Rechenschieber. Eine leicht verständliche Einführung in die "hohe Kunst" des Schieberrechnens nebst einem zahlenhistorischen Überblick. [Hauptbd.]. Mit mehr als 100 Abbildungen im Text und einem gebrauchsfertigen Lehrmodell. Hamburg 1942

¹⁰⁷ Fr. A. Willers, Mathematische Maschinen und Instrumente, Berlin (Akademie-Verlag) 1951, 1

¹⁰⁸ <http://ed-thelen.org/comp-hist/1981Catalog.html>
Zugriff 20. November 2008

Mechanische Integratoren

- Integrierer = "analog calculators that perform the mathematical integration function. The two-three part mileage readers are <...> primitive forms of this phenomena"
- technisch zur näherungsweise Integration bzw. Flächenbestimmung Planimeter, "bei welchen die Summierung der Flächenelemente kontinuierlich erfolgt. Der Zahlenwert der so bestimmten Fläche kann an einem Zählwerk abgelesen werden" = <http://de.wikipedia.org/wiki/Integralrechnung>; Zugriff 4. Juni 2009; Rechenschieber setzt Zahlen ins Verhältnis; Analogcomputer: analoges Meßgerät und analytisches Rechnen fallen zusammen
- Lord Kelvins (= William Thomson) Gezeitenrechner (Analogrechner, mechanisch) = „Tide Predictor“ (1873); nicht Zeit- aber Gezeitenvorhersage
- Ende der 1960er Jahre vermehrt genannte Hybridrechner entwickelt und eingesetzt, die über digitale und analoge Rechenwerke verfügten, um Vorteile beider Rechnerwelten zu vereinigen
- H. Adler und G. Neidhold: *Elektronische Analog- und Hybridrechner*. Nr. 206-435/197/74, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin (Ost) 1974.
- Simulation einer Automobilfederung auf einem elektronischen Analogrechner

Analogcomputer und Quantenmechanik

- <http://www.heise.de/tr/artikel/Quantencomputer-Analog-statt-digital-3236300.htm>: Wiedereinkehr des Analogcomputings im Quantencomputer; Fall von operativen Wissensverhältnissen, welche die klassische Technikgeschichtsschreibung nicht fassen kann - jedenfalls nicht als Fortschrittsgeschichte
- Wenn "Teilchen" tatsächlich Wellen, Quantencomputer keine Digital-, sondern Analogrechner. "Es gibt <...> ein Indiz für die Analogizität von Quantencomputern: es ist mit ihnen genau wie bei den <...> Analogrechnern des Neunzehnten Jahrhunderts: sie konnten nur ihre Spezialaufgaben, dafür aber in Echtzeit, erledigen, etwa im zeichnerischen Fluge Integrale errechnen oder Kurven rektifizieren oder Winkelfunktionen berechnen, wie z. B. der Proportionalzirkel" = Martin Warnke, in: xxx 301; URL: http://www.uni-lueneburg.de/uni/fileadmin/user_upload/rmz/kultur_informatik/warnke/Quantum_Computing.pdf; Zugriff 4. März 2009

- in Analogcomputern "the variable is measured, and the mathematical operations <...> are the performed directly" <Small 1993: 8>. Damit aber hat der Einsatz von Analogrechnern seine Grenze an quantenphysikalischen Phänomenen, die *per definitionem* der Unschärferelation unterliegen, da gerade der Meßakt schon eingreift

- Lösungen der Schrödingergleichung sind Wellenfunktionen, welche die Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Elementarteilchen im Ortsraum beschreiben. Somit lassen sich Aussagen über die Stabilität und Struktur chemischer Moleküle finden, "was bereits Mitte der 1940er Jahre zur Entwicklung spezieller Analogierechner führte"¹⁰⁹

- Tom Simonite, "Quantencomputer: Analog statt digital" 14. Juni 2016, in: Technology Review. Das Magazin für Innovation; <http://www.heise.de/tr/artikel/Quantencomputer-Analog-statt-digital-3236300.html>; Zugriff 16. Juni 2016: analoger Quantencomputer mit mindestens 40 Qubits vermag Dinge zu beherrschen, die für konventionelle Computer unmöglich, etwa "*indem Atome so realistisch simuliert werden, wie es heute unmöglich ist*"

- von dem Moment an, wo ein solches Modell etwas berechnet, wird es digital auf logischer Ebene; physisch bleibt letztlich auch Digitalcomputer analog, solange sich diskrete Symbole fehlerfrei herleiten lassen; "Analogrechner" längst vergangener Tage haben physikalische Größen verändert, was mathematisch verwertbare Ergebnisse lieferte, aber keine *Berechnung" im eigentlichen Sinne

Analogcomputer als akustischer Synthesizer

- Subharchord, das in Berlin-Ost ein Gegenstück zum Mixtur-Trautonium darstellte: <http://www.subharchord.de>

- analogelektronisch generierte Klänge von Hans Kulk; im Zuge des Sampling-Theorems / Digitale Signalverarbeitung nun möglich, analoge Synthesizerklänge vollständig im algorithmisierten Computer zu reproduzieren

- Hans Kulk, der mit Hilfe elektronischer Analogrechner analog Synthesizer zur Klangerzeugung steuert; einige CDs veröffentlicht

- Carlos' LP von Synthesizer *Switched on Bach*

- in Schaltschema zur musik-kybernetischen "On-line Steuerung eines hybriden Computer-Systems" taucht neben der eingängigen A/D-Signalwandlung und dem speichernden und rechnenden Digitalcomputer sodann das D/A-Converter auf, betitelt "Analog-Rechn. (Synthesizer) Klangerzeugung" = Peter Vogel, Musik und Kybernetik, in: Teilton, Heft 2, Kassel (Bärenreiter) 1978, 5-67 (25, Abb. 10)

¹⁰⁹ Diss. Ulmann 2008: 257

- Vergleich von Analogrechner und Musik-Synthesizer; Sonifikation mathematischer Befunde

- in Ost-Berlin entwickeltes Subharchord verfügt auf halbem Wege über digitale Komponenten (also ein analog/digital-Hybridcomputer; Demonstrationsrechner Technische Sammlung Dresden)

- Schaltung eines binären Frequenzteilers: „Die Teilerkette besteht aus sieben Flip-Flop-Stufen, an deren Ausgängen mäanderförmige Tonspannungen abgenommen werden. Im Spektrum einer Mäanderspannung sind bekanntlich nur ungeradzahlige Teiltöne vorhanden. Sie werden zur Erzeugung von Klängen und Geräuschen verwendet, die hohl klingen sollen, ähnlich den Klängen von gedeckten Orgelpfeifen. Zur Darstellung von vielen anderen Klang- und Geräuschwirkungen wird aber auch ein Spektrum benötigt, das alle Teiltöne in genau definiertem Amplitudenverhältnis zueinander enthält. *Die Wellenform, die dieser Forderung entspricht, ist der Sägezahn. Um nun die Mäanderspannungen der Flip-Flop-Stufen in Sägezahnspannungen umzuformen, wurde ein neuer Weg beschritten.* Voraussetzung für die optimale Funktion des binären Frequenzteilers im „Subharchord“ ist die Forderung, daß dieser über einen Frequenzumfang von mindestens 12 Oktaven völlig aperiodisch arbeitet. In Bezug auf die Flip-Flop-Stufen ist diese Forderung automatisch gegeben. Um nun die notwendigen Sägezahnspannungen zu erzeugen, die ja auch aperiodisch mit stets gleicher Amplitude vorhanden sein müssen, schied die übliche Differenzierung der Mäanderspannung mit einseitiger Basisbeschneidung aus, da diese sich bei Frequenzänderung ebenfalls verändert und ein stets anderes Spektrum ergibt. Im hier vorliegenden Anwendungsfall wird die Sägezahnspannung *durch additive Mischung über entsprechende Spannungsteileranordnungen aus den Mäanderspannungen gewonnen*“ = Schreiber, Funktionsbeschreibung des Subharchord II =

<http://www.subharchord.de>; ferner Ernst Schreiber, Ein neuartiger elektronischer Klang- und Geräuscherzeuger, in: Rundfunk und Fernsehen, Heft 2 (1964), xxx

Schleimpilze: Bio-Informatik (analog)

- Andrew Adamatzky, Lehrstuhl für Unconventional Computing am Institut für Informatik, Direktor des Unconventional Computing Centre und Mitglied des Bristol Robotics Lab an der University of the West of England; <http://uncomp.uwe.ac.uk/adamatzky>

- TU-Mathematiker Martin Grötschel über "evolutionäre Optimierungsverfahren in der Berliner Verkehrsplanung"

- biologische Analogcomputer: Verfahren der Selbstoptimierung unter der Perspektive impliziter Algorithmik am Beispiel des Schleimpilz

Wettervorhersage mit Analogcomputer (Patch Lorenz-Attraktor)

- "Dass Computersimulationen, verstanden als die verzeitlichte Imitation von Systemverhalten durch das Medium Computer, analytisch nicht zugängliche Phänomene wie etwa Klima behandelbar gemacht haben, rückt sie in eine Position jenseits der tradierten Kategorien von Theorie und Experiment." = Claus Pias, Klimasimulation, in: 2°. Das Wetter, der Mensch und sein Klima, hg. für das Deutsche Hygienemuseum von Petra Lutz und Thomas Macho. Begleitbuch zur Ausstellung in Dresden (Juli 2008-April 2009), xxx (Wallstein) 2009, 108-115 (112)
- nicht-pythagoräische Computerästhetik, die nicht allein Nostalgie des Analogcomputers ist (der in der Tat an Punktgenauigkeit, partiellen Differentialgleichungen und *big data* scheiterte), sondern im Quantencomputing wieder einkehren wird - Welt mit Welt berechnen, *computational universe*. Parallel zum ENIAC: hat auch Whirlwind analogrechnerisch begonnen, weil eben Flugsimulator; dann unter der Hand zum digitalen SAGE-Radar-Frühwarnsystem geworden
- idealtypische Anwendung für Analogcomputer ein System von Differentialgleichungen namens Lorenz-Attraktor, Achtung: keine Modellierung von Hendrik Lorenz' quantenmechanischer Formel, sondern von Meteorologen Edward N. Lorenz entwickelt zur Modellierung atmosphärischer Instabilitäten / eines hydrodynamischen Systems zum Zweck der Wetterprognostik = ders., Deterministic nonperiodic flow, in: J. Atmos. Sci. vol. 20 no. 2 (1963), 130-141
- "bypassing mathematics by analog computing" - Argument für den Analogrechner, der eine physikalisch implizite, non-numerische Mathematik betreibt (Computersimulation)
- "seltsamer Attraktor" eines Systems von drei gekoppelten, nichtlinearen gewöhnlichen Differentialgleichungen; damit Modellierung von "Zuständen" (im Nicht-Sinn der diskreten *states* der *turingmaschine*) in der Erdatmosphäre zum Zweck der Langzeitvorhersage / prädiktive Zeitreihenanalyse; liefert allenfalls für begrenzte Parameterbereiche von a, b, c realistische Resultate; nicht partielle Differentialgleichungen
- numerische Lösung des Systems zeigt bei bestimmten Parameterwerten deterministisch chaotisches Verhalten; Trajektorien folgen einem seltsamen Attraktor; modellbildend für mathematische Chaostheorie; "Gleichungen stellen wohl eines der einfachsten Systeme mit chaotischem Verhalten dar" / "sollte das Lorenzsystem anschaulich machen, dass im atmosphärischen Strömungsbild kleine Ursachen große Wirkung zeigen können" = <http://de.wikipedia.org/wiki/Lorenz-Attraktor>; Zugriff 26. Oktober 2009
- gleich Differenz von Computer als symbolischer (Turing-)Maschine und tatsächlicher Implementierung als Software in Hardware, also *computing*: "true symmetry is impossible to achieve in any physical system" / "the

idealized symmetry of Lorenz's original mathematical model cannot be perfectly achieved in any physical realization" Ned J. Corron, A Simple Circuit Implementation of a Chaotic Lorenz System, in: Creative Consulting for Research and Education, Stand 1. Februar 2010, "conclusion"

Digital Signal Processing

- Ausdruck „processing“ im Akronym DSP hängt an der binären, mithin mathematisierten Verarbeitung der (zeitdiskreten abgetasteten und quantisierten) Signale. Die Täuschung der menschlichen Sinne auf dem Niveau der Signalverarbeitung aber existiert seit der Epoche analoger Medien, die (anders als die alphabetische Schrift) nicht im Reich der symbolischen Ordnung, sondern im Realen operieren (seit Edison 1877). Hier aber werden Signale nicht prozessiert im Sinne der Berechnung, sondern gesteuert / manipuliert

Dreiwertige Logik

- George Spencer Brown, Laws of Form: auch das zeitliche Dazwischen logischer Entscheidungen / Kalküle, die Oszillation als zeitliches Pendeln zwischen den Zuständen „wahr“ und „falsch“, fortwährend: ein eher dynamisches Dazwischen, eine temporalisierende Dreiwertigkeit in der Logik, nahe an dem, was in Analogcomputern der Differenzverstärker (Operationsverstärker) ist, kleinste Unterschiede klar verstärkend (siehe auch Hysterese); temporalisierende Differenz zwischen Null und Eins, Querstrich

Algorithmen? Programmierung des Analogcomputers

- für Programmierung des Analogcomputer zunächst sog. Filteralgorithmus in Form einer Differentialgleichung schreiben; Analogcomputer besteht im Kern aus aktiven Filtern, den Operationsverstärkern; diese folgen einem Algorithmus. Damit läßt sich eine Struktur in Form einer Differentialgleichung bauen, die Differentialgleichungen genügt. Wenn das Wesen der mathematischen Analysis in solchen Gleichungen liegt, und das der hochtechnischen Medien, solche Prozesse realisieren zu können, resultiert daraus zunächst einmal der Analogcomputer

- "Wenn man aber Algorithmus als eine in Einzelschritte zerlegte Anweisungsvorschrift fasst, kann man – nicht die Verkabelung, aber – die schriftlichen Fixierungen der Verkabelungsschritte, wie man sukzessive zu einem bestimmten Sound kommt, durchaus als eine Form des Algorithmus auffassen" (Kommunikation Axel Volmar, Juli 2011); Vollzug des Verkabelns der ENIAC als Programmieren auffassen (Überlegung von Martin Carlé); Grenzen fließend

- Differenz zwischen Analog- und Digitaloszilloskop: ersteres "lügt nicht" (Herr Schöne, Werkstätten DTMB Berlin); steht in einem transitiven

Verhältnis zum elektrischen Ereignis in der Zeit, während das digitale Oszilloskop zwar aufgrund des Sampling-Theorems wirklichkeitsgetreu Zeitverläufe abbildet, diese aber sämtlich mathematisch-parametrisch eingestellt werden müssen. Demgegenüber liefert die analoge Einstellung zwar Verzerrungen, aber keine Lügen. Sie verweisen immer auf ein tatsächliches elektrophysikalisches Ereignis.

- Laufzeitgerät LZG 102, das physikalische Laufzeiten (qua Zwischenspeicherung) kalkulierbar macht: "Das Laufzeitgerät LZG 102 tastet eine eingegebene Spannung mit einer wählbaren Taktfrequenz ab, wandelt den Abtastwert in ein 10-bit-Wort um und speichert die Werte in einem Schieberegister wählbarer Länge. An einem oder mehreren Ausgängen des Schieberegisters wird dann über D/A-Wandler wieder das Analogsignal erzeugt. <...> Das Gerät kann je nach Programmierung als Laufzeitglied, als Signalgenerator oder zur Zeittransformation einmaliger Vorgänge verwendet werden" = aus Beschreibung und Bedienungsanleitung zu LZG 102, Typoskript

(Elektro-)Mechanische Analogrechner

- Analogrechner operiert mit kontinuierlich variierbaren Werten einer physikalischen Größe, mit Verstärker-Bausteinen

Lord Kelvin 1876: Differentialgleichungen lassen sich mechanisch lösen; Babbage, Differential machine; ferner Vannevar Bush, Differential Analyser

Summen werden in Differentialgetrieben gebildet

Ideal für Berechnung von Systemen von linearen Differentialgleichungen, in denen nur Ablenkungen nach der Zeit auftreten

Integrieranlage

Zusammenschaltung der Bausteine in „Kuppelplan“; Ausführung der mechanischen Kopplung mit Wellen und Zahnrädern

Implizite Analogrechner

- Christoph Schweigger entwickelt, angeregt durch die Forschungen Ampères, um 1820 einen *multipliqueur* (eine Vorform des Galvanometers). Ein Galvanometer multipliziert in der Tat Spannungen, rechnet also implizit (kein elektronischer, aber elektrischer Analogrechner).

- archaische Formen des Analogrechners - keine Mathematik, sondern Simulation (mit) der Physik? "Electric circuits can <...> easily perform

<...> simulations. For example, voltage can simulate water pressure and amperes can simulate water flow in terms of cubic metres per second."¹¹⁰

Experimentelle Simulation mit dem Analogcomputer

- Analogrechner korrelieren mit induktiver Experimentalphysik (Faraday), im Unterschied zum deduktiven Digitalrechner (Maxwell)

„Die große Bedeutung der Analogrechner liegt in der ‚modellmäßigen‘ Nachbildung des zu lösenden Problems in der Rechenmaschine. Mit diesem Modell ist die Möglichkeit einer experimentellen Erforschung des Problems gegeben, indem die Auswirkung der Abänderung von Eingangsdaten auf die Lösungsfunktion unmittelbar verfolgt werden kann.“ <???

- "Die Bedeutung der Simulatoren liegt darin, daß man mit ihnen Experimente anstellen kann, wenn der Originalteil noch gar nicht existiert"
= Kettel 1957: 130

- Mathematik wird hier selbst Experimentation, während "<...> zwar das technische Problem mathematisch formuliert wird, dieses mathematische Problem dann aber nicht mit mathematischen Methoden gelöst wird, sondern gewissermaßen als Brücke" - als Medium! - "dient, über die hinweg man zu einem Modell kommt, mit dem dann experimentiert werden kann" <ibid. ???, 13>

- Archiv Fachhochschule Mittweida; dortige Historischen Gerätesammlung; Objekt "Prozeßsimulator SIM 1" (Inv.-Nr. 03280 E6) - ein Eigenbau von 1975. Wissensgeschichtlich von Interesse, daß der Begriff der mathematischen Simulationen realweltlicher Prozesse nicht - wie heute zumeist vermutet - am Digital-, sondern am Analogrechner entwickelt wurde; verlangt nach Wiedererinnerung und Begründung; das Gerät noch einmal in Operation zu versetzen und diesen Durchlauf entsprechend zu dokumentieren; Verwendung des SIM 1 für Lehrzwecke, hergestellt von der Sektion Elektronischer Gerätebau, 1975; Übungsbuch anbei): "Darstellung des Zusammentreffens von Zufallsgrößen bei der Montage elektrischer Funktionseinheiten durch die Methode der stochastischen Simulation"

Between emulation and simulation of dynamic worlds

- Jens Schröter, Computer/Simulation. Kopie ohne Original oder das Original kontrollierende Kopie?, online http://www.theorie-der.medien.de/text_druck.php?nr=41

Demonstrations-Analogrechner der Technischen Sammlung Dresden

¹¹⁰ http://en.wikipedia.org/wiki/Analog_computer; last modified 29. April 2007; Zugriff: Mai 2007

- eingestelltes Beispiel = Formel für Pendelbewegung (gedämpft); symbolische Formelzeichen werden in Baugruppen übersetzt (symbolischer Flow-Chart); die liegen dann als kalibrierbare Hardware-Gruppen vor (etwa Widerstände, Potentiometer). Am Oszilloskop erscheint die Schwingkurve a) über die Zeit, b) als Zustand (Nautilus-artige Schleife).

- dient das Oszilloskop, anders als in der klassischen Meßtechnik, hier nicht der Darstellung eines extern vermessenen Verlaufs (etwa akustische Signale aus dem Radio/lautsprecher), sondern repräsentiert innere (Spannungs- und Widerstands-)Zustände der Maschine, deren optisches Interface das Oszilloskop ist – transitiv.

- Beispiel der gedämpften Schwingung des Pendels gerade deshalb naheliegend, weil: Schwingungslehre von Barkhausen (in der 6. Aufl. 1958). Daß sich die Welt der Schwingungen im Mechanischen wie im Elektrotechniken fast gleichsprüchlich abbilden und analysieren läßt, gehört zu den erstaunlichen post-pythagoräischen Befunden der Medienkultur

- Verhältnis zwischen Apparatur und Mathematik eben nur ein analoges, nicht wesensgleiches ?es sei denn, Mathematik sei nicht-numerisch definiert, eher in Begriffen der Mengenlehre; können Analogcomputer Differentialgleichungen zwar nicht lösen, aber physikalisch simulieren; haben Analogcomputer in einer anderen Weise Anteil an der Welt (als physis), als es der digitale Computer im pythagoreisch-mathematischen Sinne ist: Analogcomputer sind ?erade als physikalische Gebilde?unscharf, also fehlerbehaftet, wie sie selber am unaufh?lichen Rauschen des Realen teilhaben? gerade im immer drohenden Zusammenfall von Signal und Rauschen dr?t das Reale <Kittler ebd., unter Bezug auf: John von Neumann 1967, 144f>. Es ist dieser immer drohende Zusammenfall von Signal und Rauschen, der unser technisches Konzept vom Realen radikal vom Kosmos der Philosophen unterscheidet?0, von jenem Wunsch nach Wohlgeordnetheit (kosmos), der f? altgriechisches Wissenwollen einen Denkhorizont (und damit auch eine Denkbarriere gleich dem ptolem?schen Weltbild) bildete

Auch Fernsehbilder: halb-digital

- Zeilensprung im analogen Fernsehen: stufenweise baut sich das 30zeilige Fernsehbild des Systems von John Logie Baird auf, gespeichert auf Grammophonplatte (90 Zeilen, also drei Bilder pro Umdrehung, bei 78/Min.): "A single frame of the Paramopunt Astoria Girls may be crudely recognisable, but when seen as a moving dynamic television image, / the girls come to life before our eyes. There is something strange at work and it has much more to do with what we perceive than what is there in pixels, lines and frames. What we are experiencing is not the detail that the eye sees, but the recognition of movement that the brain sees" = McLean 200: 211 f.; so „rechnet“ die Wahrnehmung (analog) diskrete Bildinformation

(Zeilen, Bildkader) aus diskreten Flächen in Bewegung um, korrelierend mit der Bewegung des zeilenschreibenden Lichtpunkts (erst Nipkow-Scheibe, dann Kathodenstrahl) selbst. Eine räumliche Matrix wird so auf der Zeitachse transformiert: Bedingung für die Operation der Differentiation / Integration

Allianz von analog und digital: Der Hybrid-Rechner

- Hybridrechner verbanden eine Zeitlang die Vorteile beider Rechnerformen

- Mit Digitalrechnern kommt ein Zeitweise der Verzögerung ins Spiel, die im Unterschied zur analogtechnisch bedingten stetigen Laufzeit radikal anderer, nämlich mathematisch-diskreter Natur ist. "A disadvantage of a digital method of solution lies in the relatively longer amount of computing time required for each solution", heißt es in der Analyse einer rechnerbasierten Methode raketengestützter Luftabwehr - also in einem Kontext, wo geringe Verzögerungen in der Vorausbestimmung bereits tödlich sein können, falls das Rechenergebnis dem Zielereignis hinterherhinkt (ein kritisches Oszillieren zwischen Pro- und Retention). Die numerische Integration der zu bestimmenden Flugdaten und das Sampling von Meßdaten erfordern - wenn auch kleinste - Rechenzeitintervalle; im konkreten Fall "this would result in a running time of about eight times real time" <ebd.>. Erst die hybride Kombination des im Zeitbereich mäßigen, weil parallelverarbeitenden Analogcomputers mit der Tugend des Digitalcomputers, hinreichende Genauigkeit in bestimmten Rechenanwendungen zu erzielen, "the solution could be run at about one-tenth real time" <ebd.>

- Zeit versus Genauigkeit, oder deren Kombination: *White Heat Cold Logic: British Computer Art 1960 - 1980* edited by Paul Brown, Charlie Gere, Nicholas Lambert, and Catherine Mason, MIT Press, 127, über Installation Ihnatowicz Rückverwandlung digitaler Daten in Analogcomputer, um Geschwindigkeit zu erhöhen: "The output from the computer was latched as sixteen data bits (the input could also be set via manual switches, for testing). All sixteen bits were also taken to light bulbs for debugging purposes. The sixteen bits were split into two sets of 8 bits, which represented the next required position for an actuator, thus each joint had 32 (2⁵) discrete positions. This was a very low position resolution but was overcome by the use of a circuit called the 'predictor.' <...> (The computer was not fast enough to generate smooth motion in real time, hence the use of analogue circuits.)." <pdf S. 118> "Fortunately, the circuit diagram for the predictor survives and was simulated using SPICE, a standard circuit simulation software package. <...> The predictor smoothes out the transition, so that the motion of the robot joint starts and stops smoothly."

Oszilloskopien

- Meßmedien implizit schon Analogrechner. Vilém Flusser definiert es anhand der Photometrie als der Kernfunktion photographischer Apparaturen, deren zentrale Parameter Zeit und Licht darstellen: "Alle Apparate (und nicht erst der Computer) sind Rechenmaschinen <...>. In allen Apparaten (auch schon in der Kamera) gewinnt das Zahlendenken Oberhand über das lineare, historische Denken."¹⁵ Dies mag hinsichtlich der Perspektive (als mathematisch-geometrischer Konstruktion) richtig sein; allerdings ist hier das Nicht-Numerische an der Mathematik entscheidend.

- Digitaltechnik-Bausätze (Kosmos Micro-Kontroller; Computer-Bausatz Fischer) mit Oszilloskop vermessen (die jeweiligen Zustände); analoge Repräsentation digitaler Schaltzustände; mehrkanaliger Taktanalysator; ex-MAF: RFT-Meßbatterie: Oszilloskop plus „Integrierverstärker“, erworben am 14. Juli Trödelmarkt am Elbufer, Dresden

Nomogramme als Analogrechner

- Nomogramm = bildliche Darstellung gesetzmäßiger Zusammenhänge (siehe Funktion) zwischen verschiedenen veränderlichen Größen (Variablen), aus der man zusammengehörige Werte der betriff. Größen bequem ablesen kann <= Brockhaus? S. 1162>; also: Abkürzung von Datenmengen in visuellen Zeichen. Gehört zum "graphischen Rechnen"; vgl. visuelles Programmieren. "Sie dienen in den beiden geometrisch dualen und damit theoretisch gleichwertigen Formen der Netzdiagramme und der Fluchtliniendiagramme <...> zur Realisierung nicht mehr notwendigerweise kommutativer zweistelliger Funktionen. Dabei handelt es sich nicht einmal um Geräte, sondern lediglich um Papierblätter. Bei den "Fluchtlinientafeln" muß lediglich ein Lineal benutzt werden, um Werte, die auf zwei Einstellskalen abgegriffen werden, zu verbinden und im Schnittpunkt mit einer Ergebnisskala das Ergebnis abzulesen <...>. Bei den "Netztafeln" entfällt sogar der Gebrauch eines Lineals, die Einstellwerte a und b werden als Koordinaten eines gewissen Punktes $P(a,b)$ aufgefaßt; es ist diejenige Kurve aus einer mit Ergebniswerten x bezeichneten Kurvenschar zu suchen, auf der der Punkt $P(a,b)$ liegt <...>"; dazu Abb. Bauer 2009: 58

Das privilegierte Verhältnis des Analogrechners zur Differentialrechnung

- William Thomson, Mechanical Integration of the Linear Differential Equations of the Second Order with Variable Coefficients, in: Proc. Royal Soc., London, 14, 1876, S. 211

- Lord Kelvin 1876: Prinzip der Rückkopplung

- Mechatronik benennt Verbindung von Mechanik (Dynamik) und Mathematik, aufgehoben im elektronischen Analogcomputer
- privilegiertes Verhältnis des Analogrechners zu dynamischen Prozessen (Schwingkreise etwa)
- Leistungsfähigkeit von Analogcomputern steht und fällt mit der Zeitachse; sie sind „lediglich in der Lage, Veränderungen zu beschreiben, die in der Zeit ablaufen“ <Rieger 2003: 51> - dies aber immerhin fast unverzüglich. Für die Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen eignet sich der Analogcomputer mit der Zeit als einziger Variable; kommen hingegen weitere Variablen hinzu, ist der Übergang zu partiellen Differentialgleichungen vonnöten - an den Grenzen der Leistungsfähigkeit eines Analogcomputers

Lern-Analogcomputer

- Denken in analogen Modellen ist eine alternative Weise von Mathematik und Erkenntnis, grundsätzlich
- Leybold-Heraeus-Handbuch:
http://fafner.dyndns.org/~analogmuseum/library/der_analogrechner.pdf
- Leybold-Heraeus Analogrechner 57601 (Lehrcomputertafel, 220 V) auch auf CD "Analogrechnermuseum"
- Was macht in Ausbildung und Lehre elektronische Analogrechner gegenüber speicherprogrammierten Digitalrechnern überlegen; Zitat von Walther: "Hervorhebenswert ist die Anschaulichkeit, mit welcher das implizite Gegebensein einer Funktion durch eine Differentialgleichung, der Einfluss von Parametern und die Zusammenhänge der verschiedenen Größen untereinander zutage treten."
- Analogrechner vermittelt - über die formelmäßige Rechnung hinaus - ein Gespür für die Mathematik: "Die Vermittlung eines solchen Gefühles für das Verhalten eines mathematischen Systems durch die hohe Interaktivität elektronischer Analogrechner ist die Grundlage dafür, dass vereinzelt noch heute derartige Rechner zu Ausbildungszwecken eingesetzt werden." <Diss. Ulmann 2008: 363>
- Elektronen-Drift führt beim Differenzieren im Analogrechner zwar zu extrem driftender Ableitung. Der Analogcomputer aber ist nicht nur der Modellierer und Simulator realer Physik, er unterliegt ihr auch, ist mithin ihr Subjekt. Aber Thermo-Rauschen etwa beeinträchtigt die Zufallszahlengenerierung auch in Digitalcomputern.
- Thermo-Rauschen beeinträchtigt Zufallszahlengenerierung
- Denken in Algorithmen versus Denken in Modellen (Ulmann); entscheidendes Moment des Analogrechnens: Modellbildung; in welchen

Medien diese Modellbildung realisiert wird (mechanisch, elektronisch, Digitalcomputer) ist zweitrangig

- 1960 Argonne National Laboratory report „Introduction to Electronic Analogue Computing“ courtesy of Jim Benson
READ article about analog computers by George Fox Lang appearing in the August 2000 issue of Sound and Vibration magazine" = Doug Coward's Analog Computer Museum and History Center =
<http://dcoward.best.vwh.net/analog/> Zugriff 12. November 2008

- „Die Arbeitsweise der <...> elektronischen Rechenanlagen beruht in folgendem: Man kann im allgemeinen f? jedes Prblem einen physikalischen, insbesondere elektrischen bzw. elektronischen Vorgang finden, der durch dieselben Gleichungen beherrscht wird wie die im Prblem geforderten.

- Analogrechner keine symbolverarbeitenden Maschinen (nicht im medienimmanenten Sinne, allein auf der Ebene der symbolischen Notation des Steckfelds)

- Analogrechner Gegenstück zur Experimentalphysik (Faraday), im Unterschied zum Digitalrechner (Maxwell): "Die gro?e Bedeutung der Analogrechner liegt in der Modellm?igen?Nachbildung des zu l?enden Problems in der Rechenmaschine. Mit diesem Modell ist die M?lichkeit einer experimentellen Erforschung des Problems gegeben, indem die Auswirkung der Ab?derung von Eingangsdaten auf die L?ungsfunktion unmittelbar verfolgt werden kann.?1 Der Akzent auf der ?nderung kennzeichnet den Analogrechner als genuin dynamisches Medium (im Unterschied zur Turing-Maschine als Zustandsmaschine): ?Dynamisch, weil es auf ?nderungen reagiert.)?2 Dynamisch aber verh?t sich auch eine Flipflop-Schaltung in ihren Zust?den, also eine digitale Baugruppe, wenn etwa die Ent/ladung von Kondensatoren eine Wechselschaltung steuert: Welcher Elko gerade aufgeladen ist, bestimmen die Zust?de der Transistoren?" = Schlenzig ebd.

- "Im Gegensatz zum Ziffernrechenautomaten steht somit der Bearbeiter am Analogrechner in einer ganz anderen Beziehung zur zu l?enden Aufgabe. Man kann sagen, da? er ein ?Kef?l?f? die Auswirkung von Parameter?derungen bekommt?" = Kathe 1970: 424

- Analogrechner „unentbehrliche Hilfsmittel für die <...> Untersuchung von Schwingungsvorgängen und für die mathematische Forschung“ <ebd.>

- hängt Mathematik an der Abzählbarkeit (also zeitdiskret), oder eine andere Mathematik denkbar, in einer anderen, nämlich kontinuierlichen Zeit? „Die modellmäßige Nachbildung <sc. Eines physikalischen Prozesses durch den Analogcomputer> erfordert, daß für jede im Problem vorkommende Rechenoperation ein eigenes Rechenelement vorhanden sein muß. Eingangsgrößen und Veränderliche werden in physikalische

Größen umgeformt, mit denen in der Maschine ‚stetig‘ gerechnet wird“
<Kathe 1970: 425> - ein Oxymoron?

Auch der Analogrechner ist universell, angelegt in seiner Modularität wie der Synthesizer: „Ein universeller Analogrechner ist durch die Möglichkeit gekennzeichnet, die vorhandenen Rechenelemente nach dem Baukastenprinzip beliebig zu verbinden oder zusammensetzen“ <ebd.>

- "Der ger?em?igen L?ung einer Gleichung liegt das R?kkopplungsprinzip von W. Thomson (dem sp?eren Lord Kelvin) zugrunde, nach dem Rechenelemente zu einem geschlossenen Schaltkreis verbunden werden. Ausgangsfunktionen von Rechenelementen gehen unmittelbar wieder als Eingangsfunktionen in Rechenelemente ein?<ebd.>, was schon mechanisch geleistet werden kann.

- Nicht nur kann mit einem Analogrechner eine Regelstrecke kybernetisch simuliert werden, sondern auch deren Zeitverhalten, indem für die Simulation der Originalzeitmaßstab zugrunde gelegt wird oder durch eine Zeittransformation eine Zeitraffung oder Zeitdehnung erfolgt <ebd.>.

F(x): „Als Rechengrößen werden für die abhängigen Veränderlichen die Spannungen, / für die unabhängige Veränderliche die Zeit verwendet“ <ebd., 425f>; das zentrale Rechenelement ist dabei der „Rechenverstärker“ (vielfach ein Gleichspannungsverstärker, in dessen Rückkopplungszweig Widerstände oder Kondensatoren eingeschaltet werden).

Analog der Maschinensprache für Digitalrechner gilt im Analogcomputer „die sog. Maschinengleichung, die im Analogrechner gelöst wird“ <ebd., 431>; die vorgegebenen Problemveränderlichen werden dabei in proportionale Maschinenveränderliche umgeformt.

- Abszisse der zu rechnenden Funktion ist selbst Zeit: Die Zeit t ist die unabhängige Veränderliche des zu untersuchenden Problems; T ist die unabhängige Analogrechenzeit (Zeit hier als Signifikant und Signifikat des Rechenprozesses)

- bevorzugtes Objekt für Analogrechnungen: die Integration einer Funktion der Zeit

- „Die Differentiation wird in der Regel durch den Einsatz von Integratoren umgangen, obwohl es im Prinzip möglich ist, durch Auswechseln von Kondensator und Eingangswiderstand zu einem Differentiator zu kommen“ <435>.

- Transitive Mathematik: "Today, computers use 0 and 1 to encode numbers. However, numbers can also be represented directly through physical quantities such as electrical voltages or currents, volumes of liquid, or the position of mechanical shafts. Although limited in accuracy, analog computers are very useful for certain types of applications. Prior to

the early 1950s, it was not possible to say whether analog or digital technology would prevail. Mechanical analog machines were designed by Lord Kelvin at the end of the nineteenth century and reached a peak with the Differential Analyzers built by Vannevar Bush in the 1930s. Descendants of these giant mechanical devices were in regular use until the early 1960s. Electrical analog computers are still used for some special applications" = <http://www.computerhistory.org/virtualvisiblestorage>;
Zugriff: 6. Juni 2008

- englischsprachiger Text auf www.vaxman.de zum Wesen des Analog- und Hybridrechners: als Stärke des Analogrechners ausdrücklich der Begriff "time-critical"

Optische Funktionsgeber

- "Optische Funktionsgeber: vor Oszilloskopröhre eine Maske anbringen, auf der ein Graph der zu erzeugenden Funktion geschwärzt dargestellt ist; mit Servoschaltung und einem Photomultiplier, hinter der Maske angeordnet, Leuchtpunkt bei wechselnder X-Ablenkung immer auf der "Kante" des Funktionsgraphen gehalten, sodaß hierfür notwendige Y-Ablenkspannung als Funktionswert ausgegeben werden kann (Hinweis Bernd Ulmann, Mai 2011); Korn & Korn, Electronic Analog and Hybrid Computers, 1964 248; Huseky & Korn, Computer Handbook 1962, 3-68 ff.; McKay & Fischer, Analogue Computing at Ultra-High Speed 1962, 94 ff.

Kybernetische Neurobiologie, Künstliche Intelligenz und der Analog- respektive Hybridcomputer

- elektrische Modellierung eines primitiven lernfähigen Bio-Systems; Memristor, dessen innerer Widerstand sich nicht nur in Abhängigkeit des erfahrenen elektrischen Stromes ändert, sondern diesen Wert auch bei Abschaltung des Stroms konstant zu halten vermag. Diese Gedächtnisfunktion, mit der auch einzellige Organismen in ihrer Lernfähigkeit gegenüber der Umwelt modelliert werden können, stellt ein analoges Gegenstück zum digitalen FlipFlop dar. Siehe Yuriy V. Pershin / Steven La Fontaine / Massimiliano Di Ventra, Memristive model of amoeba's learning, in: arXiv:0810.4179v3 [q-bio.CB], 27. Juli 2009

- Turingsche "Imitation" ist vom Begriff der "Simulation" deutlich zu unterscheiden. Tatsächlich entstand die elektronische Simulation welthaftiger physikalischer Vorgänge dem Reich des Analogcomputers (einen solchen sogenannten "Process Simulator" haben wir im Medienarchäologischen Fundus im Keller der Sophienstraße sogar stehen), bevor es dann viel später im Digitalcomputer durch entsprechende Programmierumgebungen Einzug hielt

- Hybridrechner: eine Hochzeit von "analog" und "digital"?

- John von Neumann faßt die neuronalen Aktionspotentiale ("the nerve-pulse part of the system") als digitale Operation auf, die endophysikalischen chemischen Abläufe in der Zelle analog = John von Neumann, *The Computer and the Brain*, New Haven: Yale University Press 1958, 68; insofern stellt das Hirn einen Hybrid-Computer dar

- Resultate kommen in einen Speicher, etwa auf Magnetband, von da ab digital auslesbar / rechenbar)

Was ist am sogenannten Digitalcomputer überhaupt „digital“?

- "[...] *computable real numbers* lassen sich mit endlich vielen Zeichen eines Alphabets beschreiben. [...] das Reelle, weil sein Körper überabzählbar ist, bleibt weiterhin als Unmögliches [...]. Jeder digitale Computer fällt mithin Jahrtausende hinter die neuzeitliche Analysis zurück, um erneut eine strikt pythagoreische Mathematik zu implementieren. [...] Alle Zustände einer digitalen Maschine lassen sich als entweder offener oder geschlossener Schalter implementieren, also mit den [...] binären Zahlen Eins und Null. Anders wäre der *physis* kein *logos* einzuschreiben, wie das elektronenlithographisch millionenfach pro Tag geschieht [...]"¹¹¹- und doch: der Analogcomputer "rechnet" Mathematik (*logos*) als *physis*

- numerische Lesart von Pulszügen eine geradezu platonische Idealisierung unreiner Signalecken. Alles daran ist (elektro-)physikalisch, also der Welt des Analogenen entspringend und entsprechend. Mathematik ist eine kognitive Überwältigung, ja Mißachtung dieser *physis* (ebenso wie auch die Fourieranalyse zwar den Klang in sinusförmige Elemente zerlegt, hier aber eher der Suggestion der vokalalphabetischen Sprachanalyse folgt. Der Klang aber ist - so auch Denis Gabor - ein zeitlich Anderes als diese mathematische Analyse)

Informatisierung des Analogcomputers?

- "rechnet" Analogrechner überhaupt? integriert, differenziert; die andere Lösung (statt Informationsausgabe über Kathodenstrahlbildschirm oder Meßkurvenschreiber): akustisch = (Moog-)Synthesizer

- mechanische Systeme elektrotechnisch in (quasi-)mathematischen Bausteingruppen - aber eben nicht numerisch - analysiert, unter Ausnutzung der mehrfachen Analogie zwischen beiden Operationsebenen; damit Vermeidung der Quantisierungsprobleme des digitalen Computers. Zuletzt noch eingesetzt im Flugzeugflügelbau

¹¹¹ Friedrich Kittler, Martin Heidegger, Medien und die Götter Griechenlands, in: Alexander Roesler / Bernd Siegler (Hg.), *Philosophie in der Medientheorie. Von Adorno bis Zizek*, München (Fink) 2008, 133-145 (142)

- Überleben des Analogcomputers im Digitalcomputer: eine virtuelle Fortexistenz, insofern analoge (physikalische) Systeme oder die Modelle des Analogrechners in digitaler Simulation durchgespielt werden

Die vergangene Zukunft des Computers: Analogrechner

- Antwort auf Frage nach "Medien, die wir meinen" u. a.: der elektronische Analogcomputer. Es gehört zu den Eigenheiten der technologischen Medien, daß sie nur bedingt den normalen Rhythmen der historischen Zeit unterliegen. So wird der Analogcomputer, obgleich zumeist als bizarre Sackgasse in der Geschichte des Computers beschrieben, durch die Fragestellungen des Quantencomputers wieder aktualisiert (zumindest als Modell)

- medienarchäologisches, auch medienepistemologisches (hochaktuelles) Interesse am Analogrechner als Alternative zum Digitalcomputer, Veto gegenüber einer vorschnellen Historisierung dieser elektrotechnischen Meisterwerke; Leidens- und Erfolgsgeschichte, ein Exemplar dieser Gattung im Signallabor der Sophienstraße wiederzubeleben; Einblick in das Wesen von Elektromathematik

- *featuring* MEDA 42 Computer

- Medienwissenschaft, welche Theorien und die Arbeit an der konkreten Hardware miteinander kombiniert; historischen Analogcomputer (MEDA 42) ggf. als Musiksynthesizer umnutzen (Komponenten weitgehend identisch); daran über die Differenz von „analog“ und „digital“, von Rechnen mit Physik und mit Symbolen nachdenken

- Ambition, den Analogcomputer nicht als ein historisches Stück Computergeschichte zu sehen, sondern als eine grundsätzliche Alternative im Verhältnis zu Rechnen, Zeit und Welt

- Simulationsergebnisse und Vergleich mit der heutigen digitalen Simulations-Software SPICE, dem *state-of-the art* Werkzeug seit Ende der 80er Jahre

- elektronischer Kernkomponentennachbau und die Software-Simulation einer Schwingkreisberechnung durch Analogcomputer

- sonischer *Auftakt* erinnert an die Wesensverwandtschaft des Analogcomputers und des musikalischen Synthesizers. Beide elektronischen Apparaturen stellen ein Paradies aus Stecktafeln und Potentiometern dar

- "komponiert" Gerald Kell an TH Brandenburg Schaltungen für die Verarbeitung von extremen Datenraten bis 30 GigaBit/s - "ähnlich einem Musiker"; Schaltung geradezu Partitur, die es anderen gestattet, mitzuspielen resp. zu wiederholen. "So hat einmal Erfundenes Bestand" (Kommunikation Frank Winkler, November 2008)

- Komponist Hans Kulk, der tatsächlich auf Analogrechnern Musik komponiert; Nähe von Elektroakustik und Analogrechner liegt (von den Modulen her) auf der Hand

- Analogcomputermuseum von Bernd Ulmann in Bad Schwalbach (Taunus): <http://fafner.dyndns.org/~analogmuseum/deutsch/library.html>

- medienarchäologisch interessante Monumente und das computerepistemologische Momentum des Analogrechners

- in *Mathema*-Ausstellung (Deutsches Technikmuseum Berlin) endlich Hoelzers Ur-Analogcomputer von Peenemünde wieder zu sehen, in einem von Hoelzer selbst noch autorisierten Nachbau; ging es bei diesem ersten elektronischen Analogrechner gleich zweifach darum, einerseits die Raketenwaffe V2 in ihrem Flug zu simulieren, und andererseits, sie mit einem integrierten Analogrechenteil selbst zu steuern; genauere Begriffsverwendung vonnöten: "Rakete" bezeichnet den ballistischen Flugkörper im Unterschied zum "Lenkflugkörper", der erst zum Objekt respektive Subjekt kybernetischer, nachrichtentechnischer Operationen werden kann. Die V1-Raketen, die nach dem D-Day auf London niedergingen, waren von der Artillerieabwehr noch relativ leicht in ihrer linearen Flugbahn extrapolierbar; anders verhält es sich mit bemannten Flugzeugen, deren Piloten zu spontanen Ausweichmanövern fähig sind. Genau dieses willkürliche Verhalten mathematisch zu modellieren war die Ambition Norbert Wieners

- Modellhaftigkeit des Analogcomputers kam als Erkenntnis während desgleichen Epche zustande, in der Hoelzer seinen vollelektronischen Analogrechner in Peenemünde konstruierte, auf der anderen Seite des Atlantik. Der Mentor von Claude Shannon, Vannevar Bush, konstruierte den legendären elektromechanischen Differential Analyzer, einen Analogrechner nach Fug und Recht. Und Bush formulierte dazu auch dessen epistemologische Qualität, was alle Mediengeschichten, welche den Analogrechner zu einem bloßen Zwischenkapitel oder als bloße Sackgasse in der Geschichte des Computers darstellen, Lügen straft

- Verdienst von David Mindell, aus den Archiven des Massachusetts Institute of Technology die Rolle des Analogrechners für die Vorgeschichte dessen ans Licht gebracht zu haben, was dann später (1948) von Norbert Wiener auf den Begriff gebracht wurde: *Kybernetik*. Monographie *Between Humans and Machine. Feedback, Control, and Computing before Cybernetics* (2002); Kapitel in Mindells Buch, das den schönen Titel "Analog's finest Hour" trägt, schließt sich der Kreis gegenseitiger Referenzen und führt als Wissensvermehrung die Figur des positiven und negativen Feedback an, die im Zentrum der Funktionsweise des Analogcomputers selbst steht; Archäologie des Analogcomputers, konkret: seine Genese aus den Feuerleitsystemen in der Zwischenkriegszeit des frühen 20. Jahrhunderts

- Brückenschlag zu Helmar G. Franks kybernetischen Lehr- und

Lernmaschinen: Mitstreiter Max Benses und Karl Steinbuchs, dem Herausgeber des Klassikers *Mensch und Automat*, auf dessen Titelblatt ein Telefunken-Analogcomputer glänzt

- Kernbegriff der Ästhetik des Analogrechnens ist das Modellieren: "Eine Analogie liegt vor, wenn sich zwei verschiedene physikalische Systeme durch die gleichen mathematischen Gesetze beschreiben lassen" <174>; es geht hier also um ein innerweltliches Rechnen, für dessen Ermöglichung die symbolische Mathematik einen gemeinsamen Nenner bzw. ein syllogistisches Medium (nämlich den *terminus medius*) darstellt

- sowohl das elektrotechnische Modell wie das referenzierte physikalische Ereignis - etwa eine Federschwingung - verhalten sich (in der Sprache der Textlinguistik) *koreferentiell* hinsichtlich der gemeinsamen algebraischen Differentialgleichung

- Programmieren eines Analogrechners besteht im Kern aus dem Aufbau eines Modells aus Rechenelementen, das dem zu lösenden Problem analog ist.¹¹²

- Kley nennt als Beispiel dafür die Analogie zwischen einem mechanischen Schwinger und einem elektrischen Schwingkreis; letzterer "im Prinzip zur Lösung aller Probleme geeignet, die sich mathematisch durch eine lineare Differentialgleichung zweiter Ordnung mit positiven Koeffizienten beschreiben lassen. Die Lösung gewinnt man hier durch Messen des zeitlichen Verlaufs des Stromes i , der mit handelsüblichen elektrischen Registriergeräten direkt in Kurvenformaufgezeichnet werden kann" <Kley 1964: 175>. Hier fungiert ausdrücklich "der elektrische Schwingkreis als Analogrechner" <ebd.>. Zu einem universalen Rechner aber kommt es erst, wenn man mit mechanischen oder elektrischen Mitteln "ein analoges System aus einzelnen Rechenlementen aufbaut, wobei jedes Element eine bestimmte mathematische Operation auf die zugeführten Größen anwendet, z. B. über sie summiert, integriert, sie multipliziert usw." = ebd.

- Leistungsfähigkeit des Denkens in (indirekten) Analogiemodellen; die unterschiedliche Herangehensweise, verglichen mit algorithmischen Methoden

- Zukunft des Analogiegedankens im Zusammenhang mit digitalen Analogrechnerimplementationen; streng genommen nicht analoger Rechner digitalisiert, sondern die analoge Schaltung

- Analogcomputer-Programm springender Ball (Ulmann):
http://www.youtube.com/watch?v=w_4vly7nFCU; Bilder der Schaltung:
http://www.analogmuseum.org/english/examples/bouncing_ball_box

"Erfahrungen mit Analogrechnern und Modellregelkreisen"

¹¹² A. Kley den "Analogrechner" (in: Helmar Frank (Hg.), *Kybernetische Maschinen*, 1964, 174-182 (177))

[Notizen zum gleichnamigen Vortrag Prof. em. Gunter Schwarze , 19. Oktober 2011, Medientheater]

- Analogrechner verbindet nicht (wie der Rechenschieber) einzelne Zahlen, sondern einzelne Funktionen und Operationen über diesen Funktionen; elektromechanische Integrieranlage
- mathematische Integrationsgleichung (einer Geschwindigkeit, also Integration über die Zeit) wird durch Umstellung in Diagramm umgesetzt; Blockbild (Grundprinzip Lord Kelvin 1876); Prinzip Rückführung / Rückkopplung. Für maschinelle Umsetzung wichtig: Rückwirkungsfreiheit (Messung am Ausgang muß diegleichen Ergebnisse zeitigen wie ohne Messung. Erheblicher technischer (und Programmier-)Aufwand, Rückwirkungsfreiheit zu erreichen, also Unschärferelation minimieren, z. B. Ladung eines Kondensators / allmähliches Aufleuchten einer Glühbirne
- Lösung einfacher Differentialgleichungen über Rückkopplung; praktische Anwendung: Stoffschieber in Papierherstellung; Rückkopplung in Echtzeit
- Modellelemente einer graphischen Beschreibungssprache und deren formale Semantik
- wenn an Eingang Sprungfunktion gelegt wird, verzögert durch Verzögerungsglied (verlangsamter Anstieg) oder Totzeitglied (absolute Pause); wird tatsächlich nur annähernd erreicht
- Schwarze zeichnet an: "zunächst etwas Totzeit"; Übergangsfunktion eines reinen Totzeitgliedes
- Funktionen jeweils durch große Tafeln mit mathematischer Funktion beschrieben; physikalische Realisierung einer mathematischen Symbolik: damit erst operativ
- Interface des Analogcomputers ein anderes
- Analogrechner UNIMAR I. Totzeitelement: Magnetband als Spule; Abstand variabel; vgl. Hall- und Echogenerator für elektronische Klangeffekte
- 1964 bei Gründung Rechenzentrum HU: teilweise Analog-, Digitalrechner
- Analogrechner arbeitet simultatn parallel wie menschliches Denken
- Wiederholung der Analogrechnung bis zu 50x/Sek. macht Darstellung am Oszilloskop möglich; war zur damaligen Zeit mit Digitalrechner kaum möglich; Echtzeit-Interface
- Einsatz Analogcomputer bevorzugt zur Simulation dynamischer Systeme (Echtzeitbetrieb möglich); z. T. in Realsysteme eingesetzt (Beispiel Rakete); Peenemünde / Helmut Hölzer, Aggregat 4

- ENDIM 2000 mit auswechselbaren Programmier tafeln
- Ende 50er Jahre an damaliger Technische Hochschule Ilmenau, Zentrum Programmierung Analogrechner, u. a. Bau Dreiachsen-Flugsimulator (Institut für Regelungstechnik). Bei vorab bekannten Störeinflüssen Gegensteuerung möglich; anders bei stochastischen Störeinflüssen
- Elektronischer Analogrechner Modell der Super Constellation (Flugzeug)
- pneumatischer Modellregelkreis: mit pneumatischem Unterdruck (statt Elektrizität) arbeitend
- Registrierpapier (xy-Plotter) zum Thema Einnahme eines Medikamentes. "Konzentrationsverläufe eines Pharmakons in versch. Organen d. lebend. Organism."; für Ausdruck mußte Rechnung verlangsamt werden. Einmal matheamtisches Modell: Niere entspricht dem Integrierer; Magen = Verzögerungsglied
- die Zeit der Analogrechnerprogramm simulation (simuliert wird nur das mathematische Modell), beginnend 1966 mit Programm DIANA auf Computer ZRA 1; auch 1973 auf BESM 6
- Begriff "Simulation" und "Echtzeit" leitet sich aus Analogcomputerpraxis ab
- 1991 Doppeljubiläum: jeweils 50 Jahre Digitalcomputer Zuse (Z1) und Analogcomputer Hoelzer
- kleiner Analogrechner Hoelzers als Kriegsbeute in die USA. Nachbau heute im Technikmuseum Berlin
- Rede für Enthüllung Gedächtnisstein Forstamt Neu Pudugla (Usedom / Peenemünde); unter Inschrift auch eine Analogrechnerschaltung abgedruckt - wie auf Grabstein Ludwig Boltzmann, Berlin
- Dankbrief Hoelzer: "alles was ich getan habe, war, die Mathematik beim Lösen eines technischen Problems durch ein (simuliertes) Experiment zu ersetzen." Zitiert Sprichwort: "Man kann keinen überholen, wenn man immer nur in die Fußstapfen anderer tritt"
- Analogrechner zur "automatischen" (Zuse) Lösung einfacher Differentialrechnungen (Zuse-Brief aus Anlaß Enthüllung Gedenksteine)

Rechnen, Hören und Sehen mit klassischer Elektronik: Analogcomputer und Synthesizer in gegenstrebig er Fügung

- Audiovisionen des Rechnens mit Elektronik: Verbrüderung von Analogcomputer und Synthesizer (eine medienarchäologische Experimentalanordnung); Hans Kulk: Musik mit Analogcomputern; Heinrich

- optische Muster mit Analogcomputern: Rhythmogramme (Heinrich Heidersberger / Benjamin Heidersberger)
- Herbert W. Franke: frühe Computergrafik auf dem Analogcomputer; Film *Tanz der Elektronen* (1962)
- Jenenser Zeiss-Planetariumsprojektor aus den späten 20er Jahren als mechanischer Analogcomputer; hinkt dem Differential Analyser von Vannevar Bush hinterher
- Datenflußrechner
- "kontinuierliche Digitaltechnik" (Horst Völz)
- transitive Mathematik: Unverzögerlichkeit des Analogcomputers und das zeitliche Kriterium von Simulation
- Spiel mit dem Analogcomputer (*Tennis for Two*)
- medienarchäologische Verbrüderung von Analogcomputer und Synthesizer; Rechnen mit dem Synthesizer einerseits (harmonische Oszillationen, Frequenzteilungen); Musik und Bilder auf, aus und mit Analogcomputern andererseits (nicht-digital gerechnete Audiovisionen); wieder zusammenbringen, was zumeist im Rahmen von Computergeschichte einerseits und elektronischer Musik andererseits getrennt gedacht wird: technische Gleichursprünglichkeit von Analogcomputer und Musiksynthesizer; Analogcomputer auf eine erkenntnisöffnende Weise umnutzen und damit Musik darbieten (Kulk); Manfred Miersch (Subharchord); <http://www.subharchord.de>
- Fuchs' *Denkmaschinen*¹¹³: zum Thema Analogrechner (S. 281-286) Unterschied zwischen symbolischem (diskreten) und physikalischem (stetigen) Rechnen - also Zählen vs. Messen, womit auch das archaische pythagoräische Monochord zum Analogrechner wird. Zudem wird die Rolle der Leibnizschen Infinitesimalrechnung für die mathematische Epistemologie des Analogrechners transparent; Metapher auf S. 284: "Für die 'Melodie' der Zahlen setzt der Analogrechner gleichsam auf den geschmeidigen Klang der Zugposaune, während der Digitalrechner hier den 'harten' Anschlag des Cembalos vorzieht."
- Nachbau *Tennis for two*; daß medientheoretische Fragen wie die nach dem Analogcomputer am Besten am konkreten medienarchäologischen Gegenstand erprobt werden; Erzeugung des Ball-Sprungs durch Relais = unerwartete Facette dieses Universalbausteins aus klassischer Elektrozeit
- Pure Data als graphische Programmiersprache ("operative Diagrammatik") nach dem Vorbild des modularen Synthesizers erschaffen; inversiv nun virtueller Synthesizer in PD

¹¹³ Walter R. Fuchs, Knaurs Buch der Denkmaschinen. Informationstheorie und Kybernetik, München / Zürich (Droemer Knaur) 1968

- *unconventional computing*; biochemische Mechanismen für die Lösung rechnerischer Probleme, ähnlich zum *analog computing*; die Zukunft des Analogcomputers: nicht als elektrotechnische Lösung, aber als Prinzip (Parallelrechnen); keine Verengung auf den Analogcomputer im rein technikhistorischen Sinne, sondern medienepistemologische Horizonterweiterung zu diagrammatischem "Think analog!"

erste beiden Studio-Alben von Klaus Schulze "Irrlicht" (1971) und "Cyborg" (1973); von Schulze aus dem Jahr 1980 ein Studio-Album namens "Dig-It", auf dem ein Titel namens "Death of an Analogue" mit 12 Minuten Länge enthalten ist

- Hinweis Edward Lorenz in den 60ern, dass Wetter sich nicht in transitive Mathematik übersetzen lässt (Edward N. Lorenz: The Nature and Theory of the General Circulation of the Atmosphere. World Meteorological Organization 1967)

- Unmöglichkeit, Wetter mit Analogcomputer zu berechnen; die Grenzen der transitiven Mathematik (und im Gegenzug John von Neumanns dezidiert mathematische Option des Digitalcomputers)

- Planetarium Jena: in der Tat ein Makro-Analogcomputer; die Qualitäten des optomechanischen Sternprojektors als Analogcomputer ausloten

- Argument Bernd Mahr, Konferenz *Programmierbare Materie*: Computer alternativ zur von-Neumann-Architektur; Arbeiten am "Datenflußrechner" (gemeinsam mit dem aus Analogkomputistik vertrauten Wolfgang Giloi); "Gegenwart" und die "Zukunft" des Analogcomputers: nicht zum kuriosen Zwischenkapitel der Rechentechnik verkommen lassen

- Herbert W. Franke, Einsatz Analogcomputer für künstlerische Experimente; auf Bildschirmaufnahmen beruhender Film *Tanz der Elektronen* (1962)

- Heinrich Heidersberger, 50er- und 60er-Jahren mit "Rhythmogrammen", auf mechanischem Analogcomputer erzeugt:
<http://www.heidersberger.de/pages/index.html>

- hat Mark Titchener Analogrechnersimulationssystem (PERTECS) entwickelt: <http://tcode.auckland.ac.nz/~mark/Signal%20Processing%3A%20PERTECS.html>

- http://www.amazon.de/Analogrechner-Wunderwerke-Grundlagen-Geschichte-Anwendung/dp/3486592033/ref=sr_1_1?ie=UTF8&qid=1305118148&sr=8-1

- experimentiert Hans Kulk mit Analogrechnern, antikem Meßgerät und dem *analog modular synthesizer*; Klang als Oszilloskopien; Klangimprovisationen, verkleidet als 'data sonification' / 'auditory display': <http://www.log673.nl/sonifications.htm>

- Charles Care, Technology for Modelling Electrical Analogies, Engineering Practice, and the Development of Analogue Computing, Springer Verlag; "Empirical Modelling"-Ansatz in Warwick, der den ausderücklichen Bezug zum "analogous computing" herstellt und das vertraute Planimeter wiederauferstehen läßt; die diagrammatische Modellierung als epistemologischer Brückenschlag zu "Think Analog!"

- Empirical Modelling (EM) a wide-ranging re-conceptualisation of computing for which we have developed distinctive principles and tools. The emphasis we put on the primacy of experience (rather than abstraction) gives our work (in principles and in practice) a strong affinity with analogue computing" (Kommunikation Steve Russ, University of Warwick, November 2011);
<http://www2.warwick.ac.uk/fac/sci/dcs/research/em/>

- Manfred Hild vom "Labor für Neurorobotik" am IfI; praktische Experimente zu analogen Implementierungen senso-motorischer Schaltungen; <http://www.neurorobotik.de>; Roboter mit Regelung in Analogtechnik

Diverse Notizen "Analogcomputer"

- katechontische Medienepistemologie: den Begriff des "Analogen" offen halten, aufhalten, technisch wie epistemologisch. Zukunft des Analogrechnens liegt darin, ihn gerade von der engen technikhistorischen Bindung an den Analogcomputer zu lösen

- Unvergangenheit [respektive Aktualität] des Analogcomputers

- Philosophie des Analogen; mathematische Maschinen (allgemein); eine alternative Mathematik: Denkweisen der Analogrechnung

- Epistemologie von Analog- und Digitalsimulation; Fallbeispiel "Reaktorsimulator": Analogcomputers als alternative Weise, Mathematik operativ (im Sinne von "diagrammatic reasoning" und Modellierung) zu denken.

- im Namen des Analogen: Quantencomputer als Alternativen zur von-Neumann-Architektur

- Bernd Ulmanns Webseite zum "springenden Ball" mitsamt zum Nachbau einladendem Schaltplan:
http://www.analogmuseum.org/deutsch/examples/bouncing_ball_box/index.html

- gehört es zu den Eigenheiten der technologischen Medien, daß sie nur bedingt den normalen Rhythmen der historischen Zeit unterliegen; wird der Analogcomputer, obgleich zumeist als bizarre Sackgasse in der

Geschichte des Computers beschrieben, durch die Fragestellungen des Quantencomputers wieder aktualisiert (zumindest als Modell)

- Rechenvorgang erfolgt im Analogrechner nicht aufgrund numerischer Verfahren, sondern es wird ein physikalisches Modell aufgebaut, in dem strukturanalog (und geradezu diagrammatisch im Sinne von Peirce) die gleichen Gesetze gelten, wie sie durch das zu lösende Problem vorgeschrieben sind

- Giloi 1960-64 Leiter des Analog und Hybrid Computer Department von AEG-TELEFUNKEN in Konstanz, dann Professor für Elektrotechnik und Computerwiss. an TU Berlin

- Mathematik der Analysis, für die der Analogrechner (zumindest in der harmlosen Variante gewöhnlicher Differentialgleichungen, weil primär mit Ableitungen nach der Zeit operierend) so optimal geschaffen war. Meisterung dynamischer Prozesse ist die große Leistung elektronischer Medien, und es stellt sich die Frage, inwieweit die gängige harte Dichotomie zwischen „analog“ und „digital“ nicht eine metaphysische Fiktion ist. Plancksches Wirkungsquantum: das vorgeblich Stetige, je genauer betrachtet, verhält sich sprunghaft, und damit prinzipiell numerisch berechenbar; Konrad Zuse spekuliert darüber in *Rechnender Raum*

- Nachbau Hölzer-Analogrechner Peenmeünde entstammt der „Verstärkertechnik“

- Edmund Suschke, gemeinsam mit Biener ein Standardwerk über Automatisierungstechnik, unter ausdrücklichem Bezug auf Analogrechner MEDA

- "forschend Verstehen", so Johann Gustav Droysen in seiner *Historik*, über die historische Methode, die sich gleichermaßen von den reinen Geisteswissenschaften – dem Verstehen, der philologischen Hermeneutik – und ebenso von den Naturwissenschaften abgrenzt)

- modelliert der Analogrechner Mathematik? führt Mathematik mit Genauigkeit aus

- das technomathematische Verfahren, also die Übersetzungsarbeit vom Symbolischen ins Reale, die hier zum Einsatz kommt; Medienwissenschaft und technische Informatik treffen sich auf medienarchäologischer Ebene

- luzide Ausdifferenzierungen zwischen dem Wesen der Verschaltung respektive Programmierung analoger und digitaler Rechner

- verschiedene zeitlichen Modi, in denen Analog- und Digitalcomputer operieren; "zeitkritische Medienprozesse", also jene Prozesse, in denen kleinste zeitliche Momente entscheidend für den Gesamttablauf sind.

Lange Zeit war der Analogcomputer, weil er mit der Geschwindigkeit von Elektrizität „rechnet“, gleich den live-Medien (Radio & Fernsehen) dem Digitalcomputer überlegen – bis daß die Taktleistung der Prozessoren auch diesen Rückstand aufgeholt hat

- "technikum29" in Kelkheim i. Taunus: einige Analogrechner, etwa die ersten Heathkit-Lerncomputer

- im OSI-Modell des Internet medienarchäologisch die unteren Schichten, konkret 1 und 2 am Interessantesten, da direkt mit der Bitsicht der Datenuebertragung befaßt

- Versuch, mangelhaftes elektronisches Wissen durch Hineinbringen nicht-elektronischer Fragestellungen zu kompensieren

Elektronische Modellierung neuronaler Prozesse / Simulation

- Begriff des Zeitkritischen im medienarchäologischen Zusammenhang im Sinne der Forschungen Hermann von Helmholtz' gemeint, der sich mit der Laufzeit von Nervenreizungen beschäftigt; Unterschied zwischen Laufzeiten in Nerven und in elektrischen Leitungen ist - Helmholtz' eigener metaphorischer Parallelisierung beider zum Trotz - selbst ein zeitkritischer und gebietet einer vorschnellen Analogisierung von binärem Computer und Signaltransfer in neuronalen Systemen (McCulloch / Pitts) ebenso Einhalt wie dem Vergleich mit dem elektronischen Analogcomputer (den John von Neumann in diesem Kontext alternativ einführte = John von Neumann, Allgemeine und logische Theorie der Automaten, in: Kursbuch 8 (März 1967), 139-175 (145); Impulsfolgen im neurologischen Hirn nicht regelmäßig: kein Takt also im Sinne des *clocking* im Computer, sondern vielmehr Rhythmus, resultierend in erheblichen Streuungen zwischen aufeinanderfolgenden Intervallen. "Jeder Nervenimpuls einer Faser führt <...> an der nachgeschalteten Nervenzelle, mit der sie in synaptischem Kontakt steht, zu einer postsynaptischen Potentialänderung. Diese dauert wesentlich länger als ein einzelnes Aktionspotential, das selbst nur eine 1/1000 sec lang ist. Das postsynaptische Potential dagegen beträgt 10 bis 20 msec. Während dieser Zeit fällt es gleichmäßig oder exponentiell auf den Ruhewert ab, wie die Entladung eines Kondensators über einen Widerstand. <...> Auf diese Weise integriert jede Nervenzelle die afferente Aktivität über die Zeit." = Otto Detlev Creutzfeldt, Bau- und Funktionsprinzipien des Gehirns und Vergleich mit Computermodell <sic>, in: Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften (Hg.), Hirnforschung und Psychiatrie, Berlin (Colloquium Verl.) 1971, 45-53 (46); erst ab einem bestimmten Schwellenwert des aufgeladenen Potentials signalisiert eine Nervenzelle weiter, daß sie durch afferente Fasern erregt worden ist; McCulloch / Pitts. "Diese nicht-lineare Aktivitätssumation bedeutet einen wesentlichen Unterschied gegenüber digitalen Computersystemen, deren Operationen linear sind. Die Einführung der Schwelle andererseits, die es also ermöglicht, niederfrequentes Rauschen zu verwerfen, unterscheidet das Nervensystem von Analog-Computern, bei

denen Signale ungeachtet ihrer Größe verarbeitet werden" = Creutzfeld ebd.

- massive Parallelität der Kanäle (nämlich Nervenfasern) erzeugt im Hirn eine Gleichzeitigkeit in der Signalverarbeitung, die sich von der strikten Sequentialität der digitalen Datenverarbeitung (in der von-Neumann-Architektur des Computers) unterscheidet - weshalb auch die menschliche Bildverarbeitung alternativen Versionen des frühen Fernsehens (Arthur Korn) näher steht als dem finalen Kathodenstrahlbild

- entscheidend für Shannons Nachrichtentheorie der Kanal, über den die Signale laufen; die Speicheroption ist im Kanal implizit mit angelegt (meiner Interpretation nach stellt jede Leitung, jeder Kanal - den Shannon übrigens ausdrücklich als "the medium" bezeichnet - bereits eine zeiträumliche Verzögerung, also ein Δt dar, Laufzeit u. a., was eine Art dynamischer Zwischenspeicher ist, eine Verzögerung, wie sie wiederum für den Analogcomputer frei skalierbar ist - vom Repetiermodus für den Zweck der Oszilloskopie einmal ganz abgesehen). Für eine Mediendefinition, die den Kanal des Signalwegs zentral wählt, kommt also der Analogrechner infrage - fast sogar noch mehr als der digitale Computer, der als symbolverarbeitende Maschine ja alle anderen Medien zu simulieren vermag

- Aspekt des Analogcomputers, der ihn über seine rechentechnische Verwendung hinaus auch heute wieder umso mehr aus medienarchäologischer und erkenntnisorientierter Perspektive so interessant macht: eine andere Form der mathematischen Modellierung von (physikalischer) Welt. Der Begriff der "Simulation" dynamischer Vorgänge (Sie nennen etwa die Einschwingzeit, und auf dem MEDA-Rechner im hiesigen Fundus haben wir eine gedämpfte Schwingung "programmiert") taucht in den frühen Schriften zum elektronischen Analogcomputer immer wieder auf - in einer Zeit, als Binärrechner noch viel zu viel Rechenzeit erforderten, als daß die Veränderung von Parametern in solchen Simulationen am Oszilloskop diagrammatische Darstellungen in "Echtzeit" erlaubt hätten. Auch der Einbau von analogrechnenden Reglern in tatsächliche Systeme stellt ein epistemisches Hybrid dar; hier wird die Modellierung der Welt gleichzeitig zum Teil derselben (systheoretisch gesprochen ein "re-entry" der Beobachtung). Und schließlich ist der Analogcomputer eine Art Chronopoet, denn er bringt eigene Zeitwelten hervor (durch seine Fähigkeit, Zeitprozesse in der Simulation zu stauchen und zu dehnen)

Obgleich nun fast alle dieser Funktionen ihrerseits im Digitalcomputer implementiert werden können, bleibt die besondere Leistung des Analogrechners, daß er eine andere Art des mathematischen Denkens, eine andere Handhabung der Weltanalyse erlaubt hat, die nach wie vor in jeder Hinsicht modellbildend ist; Fachbegriff "modellbasierter Systementwurf"

- *online*-Artikel derStandard (Wien), "Rein mechanischer Steampunk-Rover soll der Venus-Hölle trotzen", 3. September 2017, über NASA-Konzept eines Landefahrzeugs, das rein ohne Elektronik auskommt; "haben sich Nasa-Wissenschaftler gedacht, es müsste eigentlich auch ohne Elektronik gehen: Die Techniker stellten nun das Konzept eines Venusrovers vor, der von außen einem frühen Panzer gleicht und über ein rein mechanisches Innenleben verfügt. Sowohl die Steuerung als auch die Datenübertragung basieren dabei auf Komponenten, für die analoge Uhrwerke und Rechner aus der Zeit vor der Erfindung des Mikrochips Pate gestanden haben"; der Automaton Rover for Extreme Environments (AREE) vom Jet Propulsion Laboratory (JPL) der Nasa in Pasadena, Kalifornien, bezieht seine Energie von zentral gelagerten Windturbinen, die ein System aus Räderwerken und Hebeln antreiben. "Wie die mechanische Sammlung von Daten aussehen könnte, ließen die Ingenieure zwar offen, doch was die Kommunikation betrifft, haben sie eine Lösung gefunden, die ebenfalls ganz ohne Elektronik auskommt: Ein Bauteil, das von einer Venussonde per Radar aus dem Orbit erfasst werden kann, soll Daten mithilfe von Morsezeichen übermitteln - so ähnlich wie Schiffe, die über große Distanzen via Lichtsignale kommunizieren" = <http://mobil.derstandard.at/2000063362511/Rein-mechanischer-Steampunk-Rover-soll-der-Venus-Hoelle-trotzen>; Abruf 6. September 2017

Flugsimulation als Analogcomputing

- Flugsimulator eine technologische Entwicklung der Luftfahrt im doppelten Sinne: einerseits zur Ausbildung von Piloten und andererseits zur Entwicklung von Flugzeugen; nicht auf Technikgeschichte reduzieren, sondern den Flugsimulator als paradigmatische Konkretisierung eines medienepistemologischen Gegenstands: der Wesenswandel im Verständnis der "Simulation"; Begriff gehört zum Grundvokabular abendländischer Ontologie, heutzutage (allzu exklusiv) mit dem Digitalrechner verbunden

- Eskalation im medienepistemologisch prekären Hybrid von Analog- und Digitalcomputer liegt im zeitkritischen Feld (Echtzeit-Simulation und Zeitachsenmanipulation). Im Unterschied zum "inneren Scheinbild" (Heinrich Hertz) ist das analogtechnische Modell ein Nach- oder Mitvollzug der äußerlichen Wirklichkeit mit Mitteln des Physik selbst

- schiere Eskalation von Rechenleistung der Prozessoren läßt die digitale Simulation obsiegen

- über ein pragmatisches Instrument hinaus die Form der Simulation als "wissenstechnische Methode" (Masterarbeit HU Medienwissenschaft von Ines Liszko *Der Flugsimulator als Generator hybrider Wissensprozesse*); damit einher geht Verlagerung der multisensorischen Simulation hin zur "Aufheizung" (mit McLuhan) des visuellen Sinns durch virtuelles Display und Computer Generated Images (CGI)

- algorithmischer Weg und / oder partielle Differentialgleichungen

- Anton Hölzers "Erfindung" des Analogcomputers zur Simulation *und* Steuerung des A4 Raketenaggregats in Peenemünde zur Zeit des Zweiten Weltkriegs

- Episteme der Kybernetik: sowohl Wiener wie auch Shannon mit Pilot-Maschine-Kopplung als Systemverhalten befaßt; Traum vom Fliegen instrumentalisiert sich im wahrsten Sinne des Wortes in einem *Ensemble, in dem Mensch und Maschine eine Synthese bilden*

- Analogcomputer co-originär für Hydrodynamik *und* deren Simulation

Emulation oder Simulation?

- Wolfgang Gilois Vorschlag, den Analogrechner als "Emulation" der zu modellierenden Prozesse zu definieren, der im Unterschied zur numerischen Abstraktion das reale Verhalten ("real" ganz Sinne der realen Zahlen, also der stetigen, dynamischen Prozesse) des zu untersuchenden Systems nach- bzw. mitvollzieht, führt einen Gesichtspunkt ein, der in den Bemühen um eine epistemologische Wieder-Entdeckung des Analogcomputers mehr als hilfreich ist. Fraglich ist im Zusammenhang des Analogcomputers jedoch der Begriff der "Emulation", eindeutig ein Kind des Digitalcomputerzeitalters und seiner Plattformwechsel

- medientheoretische Ausdifferenzierung der Begriffe „Emulation“ und „Simulation“ - als zwei epistemologisch verschiedenen Weisen der Modellierung von Welt; damit auch die Differenz von Digital- und Analogcomputer hinreichend definieren?

- "An emulator duplicates (provides an emulation of) the functions of one system using a different system, so that the second system behaves like (and appears to be) the first system. This focus on exact reproduction of external behavior is in contrast to some other forms of computer simulation, which can concern an abstract model of the system being simulated" = <http://en.wikipedia.org/wiki/Emulator> (Stand: 2008); verhält es sich nicht genau umgekehrt?

Rhythmogramme und Analogrechnermusik

- Verbrüderung von Analogcomputer und Musik- bzw. Bildsynthesizer, die aus medienarchäologischer Sicht Zwillinge sind, aber kaum als solche wahrgenommen

- Heinrich Heidersberger findet Physik-Buch von Felix Auerbach 1912, darin: Lissajous-Figuren (Überlagerungen zweier Sinus-Schwingungen, abhängig von Frequenz- und Phasenverhältnissen). Bis später Digitalrechner schnell genug prozessierten, um auf x- und y-Achse Lissajous-Figuren herzustellen

- "Luminigramme" von Peter Ketmann (Fadenpendel; daran befestigte Lampe / Langzeitbelichtung)
- Rhythmograph: vier gekoppelte Pendel (nicht interaktiv). Kopplung: Summation, Koeffizient <implizite Mathematik>; kippen / Drehen des Spiegels (Amplituden beeinflussen). Phasensteuerung (Mikroschalter verschieben). Auslösung durch modifizierte Fernmelde-Relais. Spiegelkasten. Mit Lichtpunkten Photoplatte belichtet. "Einmal auf den Fußboden getreten, und das ganze Gerät fängt an zu schwingen" (Benjamin H.). Herstellung 1955-1965. U. a. als Sendelogo für SWF
- 2006 Rhythmograph wieder zusammengesetzt. Ziel nicht neue Rhythmogramme, sondern Analyse der Bewegung
- Steuerung von U-Boot-Torpedos durch Analogrechner; Bauteile z. T. von Heidersberger erworben für Konstruktion Rhythmograph (Gewindestangen)
- Herbert W. Franke: Photographien vom Oszilloskop; Harmomograph (verschränkte Pendelbewegungen)
- Rhythmogramme keine Abstraktion, sondern indexikalischer> Beweis für die physikalischen Gesetze (Schwerkraft u. a.)
- Jean Concteau, Brief an H. 1962: angesichts der Rhythmogramme: seien Beweise dafür, daß der Zufall für Poeten nicht existiert (Hinweis Benjamin Heidersberger, Institut Heidersberger, Wolfsburg, Schloß)
- Benjamin H.: "cartesisch-digital"; selbstgebauter Analogrechner. u. a. mit Taktgenerator für bestimmte Laufeffekte. Multiplizierer. Summationsverstärker. Auch Experiment: anhören, wie das klingt (Wiederholrate); akustische Ereignisse aber nicht attraktiv; Einschubsystem; Videosynthesizer Abbe / Paik
- umschalten auf x/y-Ablenkung. Durch Taktfrequenzänderung Spirale "aufwickeln", bis hin zu 3-D-Effekten, Filter hinzufügen
- Heidersberger Vater: mechanisch. Sohn: elektronisch
- Hans Kulk: nicht mit einem Synthesizer rechnen, sondern elektronische Musik mit einem Analogcomputer erzeugen - vertauschte Rollen von Musiksynthesizer und Analogcomputer, um die Zwillingsnatur von Musik und Mathematik auf analogem Feld hörbar zu machen; ein Hybrid (analog/digital)
- Photographien von Oszilloskop mit Nachleuchtdauer; erzeugt durch Analogrechner
- vertraute Synthesizer-Schaltungen auf Analogcomputer nachgesteckt; koppelt Klanggeneratoren an Analogcomputer-Board

- "Resonator"-Schaltung (Oszillator oder Filter) spricht auf bestimmte Frequenzen an. Zusammengesetzt aus Integratoren, Inverter, Potentiometer. Alle Ausgänge anzapfbar; Schwingkreis
- Oszilloskop zusätzlich: z-Eingang (für Lichtstärke bzw. an/aus); damit wird Oszilloskop zur Graphik-Maschine; alles in Echtzeit regelbar
- Oszilloskop mit langer Nachleuchtdauer, "um Vergangenheit eines Signals anzuschauen" (Benjamin Heidersberger)
- Inspiration: x y, Practice of electronic music, darin Satz: Analogrechner = Analogcomputer
- Komposition / Oszillogramme "Neumen" (melodische Fragmente aufzeichnen): analog-computer to LF-oscilloscope, ARP 260, VHS recording, 2000
- Wiedergabe der auf Video aufgezeichneten Analogbilder / -töne, wenn von DVD auf Beamer, macht aus allem "digitale" Bilder
- Komposition *scope* = "analog beeld et klaang"

Mechanismus von Antikythera

- "[A]n ancient 19-year cycle, linking Sun and Moon (called the Metonic Cycle, after the 4th Century BC astronomer Meton of Athens) is embodied in the gear trains" = Tony Freeth, The Antikythera Mechanism. Decoding an Ancient Greek Mystery, Katalog zur gleichnamigen Ausstellung im Whipple Museum of the History of Science der University of Cambridge, England, 2008, 6
- Erstaunen erregte der Fund, weil er aus der Zeit zu fallen schien: ein feinmechanisches Rechengesetz, wie es der Antike nicht zugetraut wurde und erst aus den Kunst- und Wunderkammern der Renaissance und des Barock vertraut, Anachronismus also; ist es gerade die (hier mechanisch und zugleich mit Symbolen markierte) mathematische Logik (gekoppelt an die Astronomie), welche zeitübergreifend wirkt; "ein technisch so anspruchsvolles Gerät wie dieses und die in ihm enthaltene Technik und Herstellungsweise bisher aus Zeit der Antike nicht bekannt" = http://de.wikipedia.org/wiki/Mechanismus_von_Antikythera; Abruf 9. September 2014
- "Die ursprünglich nur als philosophische Tätigkeit gedeutete griechische Wissenschaft hatte sich zwar auf die erfolgreich betriebenen Zweige Mathematik und Physik – hier vor allem die Astronomie – ausgedehnt, jedoch kaum „praktischen Nutzen“ zur Folge gehabt, wie man meinte. Mit dem hellenistischen Zeitalter, an dessen Ende der Mechanismus von Antikythera entstand, gingen die griechischen Wissenschaften zu Ende und für lange Zeit vergessen. Sie wären erst nach ihrer Wiederentdeckung (Renaissance) etwa 1.500 Jahre später in Apparate und Verfahren

eingegangen und hätten erst jetzt die Kultur der Technik begründet" = http://de.wikipedia.org/wiki/Mechanismus_von_Antikythera; Abruf 9. September 2014; Anm. 3: "dass die Technologie des 18. Jahrhunderts in den hellenistischen Werken wurzelte" = Lucio Russo: Die vergessene Revolution oder die Wiedergeburt antiken Wissens. Springer, 2005, S. 156

- astronomisches Wissen nichts ursprünglich Griechisches; aus Babylon Tontafeln mit den astronomischen Werten überliefert. Die altgriechische Leistung liegt vielmehr in der Mechanisierung der Auswertung dieser Wertangaben und damit der Transformation von schlichten Listen (Archiv), die allein in menschlichen Köpfen zu sinnvollen Konfigurationen werden, in eine operative Berechenbarkeit (Maschine); Strukturspeicher

- verkörpert der Mechanismus von Antikythera jenseits der Berechnung von verzeichneten Meßwerten einen epistemologisch neuen Begriff von Rechenmedien als mechanischer Verwirklichung von bislang nur als Theorie formulierter Thesen zum Zweck der Vorhersage künftiger astronomischer Ereignisse. "These two revolutionary Greek ideas are embodied in the gears of the Antikythera Mechanism" <Freeth 2008: 18> - mithin ein implizites Wissen jener Art, die Heinz von Foerster auch an der Curta-Rechenmaschine definierte. Das antike Getriebe "<...> is the first known example where the predictions of a scientific theory are mechanized in a machine for predicting the future" = ibid.

- welche Erkenntnis stellt sich beim Erwerb einen rostigen, handlichen Wechselstromgenerators *anno* 1900 ein; nötige Kurbel fehlt, die aber läßt sich einem alten Edison-Phonographen entleihen. *Daß* dann nach 100 Jahren wieder Funken aus einem Gerät sprühen können, als sei keine Zeit vergangen, zeigt an, daß technische Medien ihre jeweils eigenen, epochalen vielmehr denn evolutionären Zeitgesetze haben. Angesichts von Leibniz' Vierspezies-Rechenmaschine in ihrer techno-barocken Pracht stellt sich zum Einen die Frage, in welchem Verhältnis das mathematisch-mechanische Funktionale an ihr zur barocken Fassung (Diskurs, Ornament) steht. Quer zu diesen äußeren Merkmalen von Geschichte schreibt sich hier zum Anderen eine strikt mathematische Logik, vielmehr medienarchäologisch in anderem Rhythmus wirksam. Auf den zweiten Blick stellt sich angesichts dieser Rechenmaschine unverzüglich eine diffuse Wolke historischer Kontextassoziationen ein. An und in einem solchen Artefakt kristallisiert sich vergangene Denk- und Arbeitszeit; die schiere Geltung des Mechanismus aber lacht über seine Einhegung im Denkmodus der historischen Zeit. Eine Rechenmaschine (etwa die buchstäblich handliche Kurbelmaschine Marke *Curta*) speichert nicht etwa alle möglichen Tabellenwerte, sondern bringt sie durch die konkrete Operation jeweils wieder neu hervor, als Strukturspeicher; stellt für Heinz von Foerster auch eine gedruckte Platine, also elektronische Leiterbahnen, ein diagrammatisches Gedächtnis von Verknüpfungen dar, das unter Strom operativ wird¹¹⁴

¹¹⁴ "Ganz offensichtlich wird die Information im Rechner in struktureller Weise gespeichert": Heinz von Foerster, Gedächtnis ohne Aufzeichnung [Vortrag 1963], in: ders., Sicht

- "anonymous history" (Siegfried Giedion) hier am Werk; kein Name eines Meisters kann dieser Maschine zugeordnet werden. Vermutungen deuten auf den Nachfolgerkreis um Archimedes in Syrakus, der laut textlicher Quellenüberlieferung solche Mechanismen verfaßt haben soll

- bislang ungeklärt, ob es sich tatsächlich um ein astronomisches Instrument handelte. Darauf deutet die Räderkonstruktion und die Anzahl der Zahnradzähne, deren feste Übersetzung medienarchäologisch zurückrechnen läßt, daß es sich hier um die Mechanisierung des Metonischen Zyklus handelte, in dem 19 Sonnenjahre 235 Mondmonaten entsprechen¹¹⁵; in der kinetischen Verzahnungslehre, die Archimedes in *Über die Konstruktion von Himmelsgloben* theoretisch behandelte, jene Mechanisierung von Mathematik angelegt, die später aus *computus* den Computer zu generieren vermag; Rekonstruktionsskizze des Antikythera-Getriebes in: Whitrow 1991: 159

- tritt an die Stelle der modellhaften Rekonstruktion als Hardware (Price) konsequent die virtuelle Rekonstruktion des Räderwerks - als habe der antike Mechanismus seine Theoretisierung im Computer schon aufgerufen; universelle Turingmaschine vermag nicht nur jeden anderen Mechanismus (sofern symbolisch kodiert), sondern vor allem auch sich selbst als Computer zu emulieren. Unter allen speziellen Turingmaschinen als Modellierung mathematischer Mechanismus ist hier die Rechenmaschine privilegiert.

- Zahl der 127 mechanischen Zacken enthüllte im Abgleich mit dem planetarischen Zyklus die Funktion des zentralen Rads; stellt keine hermeneutische Argumentation dar, sondern folgt einer naturgegebenen Analogie, die auch über zwei Jahrtausende hinweg unmittelbar zuhanden ist und diese Rechenmaschine damit nicht - wie andere Objekte der vom kulturellen Kontext abhängigen Vergangenheit - der unwiederholbaren Historisierung und damit Distanzierung unterliegt.

- "Die Seinsart von Zeug, in der es sich von ihm selbst her offenbart, nennen wir die *Zuhandenheit*. <...> Das schärfste Nur-noch-*hinsehen* und das so und so beschaffene 'Aussehen' von Dingen vermag Zuhandenes nicht zu entdecken. Der nur 'theoretisch' hinsehende Blick auf Dinge entbehrt des Verstehens von Zuhandenheit. Der gebrauchend-hantierende Umgang ist aber nicht blind, er hat seine eigene Sichtart <...>. Der Umgang mit Zeug unterstellt sich der Verweisungsmannigfaltigkeit des 'Um-zu'" = Heidegger, *Sein und Zeit*, Ausgabe Tübingen 1993: 69

- Korrelation zwischen dem Mechanismus und der astronomischen Evidenz; konstruiert Peter de Solla Price aufgrund seiner Deutung des Mechanismus

und Einsicht. Versuche zu einer operativen Erkenntnistheorie, autorisierte dt. Fassung v. Wolfram K. Köck, Braunschweig / Wiesbaden (Vieweg) 1985, 133-172 (134); dort vorweg die Abbildung einer Platine.

¹¹⁵Gerald J. Whitrow, *Die Erfindung der Zeit*, Hamburg (Junius) 1991, 158

von Antikythera auf der Basis eines Differentials ein funktionales Modell, das unverzüglich diskursmächtige Phantasien als antikem (Analog-)Computer in Gang setzt; lag epistemologischer Schock darin, das er die Entwicklungsfigur bisheriger Technik- und Kulturgeschichte wie ein elektrischer Kurzschluß zwischen distanzierenden Zeiten unterlaufen wird und ein ganz anderer Funke überspringt; Bachofen im 19. Jahrhundert: "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"¹¹⁶; *classical tradition* als endloser Rückkopplungseffekt von Text und musealer Stätte, irreduzibel miteinander verstrickt sind. "There are two roads to every kind of knowledge, the longer, slower, more laborious one of intellectual combination, and the shorter one, the one we cover with the energy and speed of electricity - the road of the imagination when it is touched by the sight and the immediate contact of ancient remains and grasps the truth in a flash, without any intermediate steps" = Bachofen, hier zitiert nach Gossman, "Orpheus", 49

- "It is a bit frightening to know that just before the fall of their great civilization the ancient Greeks had come so close to our age, not only in their thought, but also in their scientific technology." <Derek de Solla Price, zitiert hier nach: Freeth 2008: 7> - die griechische Antike als "nächste Ferne" (frei nach Christian Meier); schließt sich an dieser Stelle die Lücke zwischen symbolischer Textüberlieferung und archäologischer Evidenz, die bislang die Altertumskunde bestimmte; Rechenmaschine als technologische Vermählung von Logik und Materie; in Überlieferung altgriechischer Logik und Mathematik die Maschine als Wissen schon angelegt, prädeterniert

- verkörpert Modellierbarkeit als solche einen gleichursprünglichen, nicht historisch distanzierenden Nach- als Mitvollzug. "The Antikythera Mechanism has fundamental resonances for later scientific instruments" = Freeth 2008: 28 - im Sinne einer Vorschleifspur, einer *Präsonanz*

- "The machine rewrites the history of technology" = Mike Edmunds, zitiert in: Freeth 2008: 9; stellt vielmehr ein nicht-historisches Verhältnis dar, eine wissensarchäologische Lage in ihrer materiellen Verkörperung; nicht schlicht Technikgeschichte neu schreiben, sondern eine andere, archäographische Form solcher Zeitverhältnisse von in Maschinen verkörpertem Wissen entwickeln

- zwei Argumente des symbolischen Regimes, die den numerischen Computer definieren, im Antikythera-Mechanismus am Werk: einmal die verzahnten Räderwerke als operatives Rechnen (Hardware), dann die vielen abgekürzten Textfragmente und Buchstabenkombinationen zur Anleitung und Bezeichnung der diversen Unterfunktionen (Software) - ein operatives Alphabet (und damit eine technische Erweiterung der bislang

¹¹⁶Zitiert nach Gossman, "Orpheus", 46f

triadisch gedeuteten Nutzung des altgriechischen Vokalalphabets für Schreiben, Rechnen und musikalische Notation)

- Karsakof 1832: mechanisierte Buchstaben = Ideenmaschine

- "The Antikythera Mechanism is a very rare original text" = Agamemnon Tselikas, zitiert in: Freeth 2008: 13

- erlaubt Mechanismus in seiner archäologisch uneindeutigen Form den zweiten Anlauf eines verbesserten Modells, ohne selbst ein anderer zu werden; geborgen in / aus den Eisenklumpen ein latentes Wissen, das der Explizierung harret; Price auf zweidimensionale Röntgenaufnahmen angewiesen, formierte und begrenzte seine Deutung; Eskalation der 3D-Röntgenstrahlen-Computertomographie legt Neudeutung nahe

- gelang es dem Antikythera Mechanism Research Project, den funktionalen Sinn der 223 Zähne eines weiteren Rades zu enthüllen und jenseits der Hypothese des Differentials eine zugleich ergänzende und alternative Deutung vorzuschlagen: die Vorhersage von Sonnen- und Mondfinsternis (Saros-Zyklus). Ein interner Mechanismus konnte als Rechenwerk zur Datierung der sportlichen Olympiaden gedeutet werden und erweiterte damit den Horizont des Mechanismus vom naturgegebenen zur kulturgegebenen Zyklik: "The new results of the Metonic Calendar and Olympiad Dial link the cycles of human institution with the celestial cycles embedded in the Mechanism's gearwork: a microcosm of the temporal harmonization of human and divine order in the Classical world" = Alexander Jones, zitiert in: Freeth 2008: 24; Mechanismus stellt diese Harmonie erst her

- was dieses Instrument von der mechanischen Uhr der Neuzeit unterscheidet: die fehlende Hemmung

- Rolle des Mechanismus von Antikythera in der sogenannten *object-oriented ontology*; Entdeckung bereichert das Wissen nicht geschichtlich, sondern wissensarchäologisch. Dem *aus* und *über* antike Rechenmaschinen überlieferten Textwissen (etwa der Traktat des Archimedes über Himmelsgloben), das der editionswissenschaftlichen Kritik bedarf, weil es in der Überlieferung mehrfach symbolisch und narrativ gebrochen wurde, tritt nun die unmittelbare Präsenz eines operativen Gegenstands zur Seite oder gar gegenüber, das durch modellhaften Nachbau in Vollzug gesetzt werden will, um sein implizites Wissen als generatives Gedächtnis - im Sinne von Foersterns über die Curta-Rechenmaschine - zu entbergen. "Yet much about the Mechanism still remains a mystery" <Freeth 2008: 28>. Ein gezacktes Rad in Fragment D "does not fit in our new model" = *ibid.*

A/historizitäten: Materiale Entropie versus symbolischer Kode

- Fund des Mechanismus von Antikythera in archäologischer Hinsicht etwas, das schon halb der Entropie verfallen war, als korrodierte

Eisenklumpen; gelang es, diese Masse wieder in einzelne Zahnräder zu unterscheiden - nicht-invasiv = Tobias Hürter, Das Urwerk <sic>, in: Die Zeit Nr. 49 v. 30. November 2006, 39; keine Texte im Sinne altphilologischer Quellenkunde, sondern operative Symbole; korrodierte Bronzefragmente nicht Quellen im Droysenschen Sinn, sondern Überreste; sprechen nicht im semantischen Sinn zum aktuellen Leser, sondern werden in Hinblick auf Maschine und Astronomie dekodiert. Operative Schriften lassen sich als Maschine realisieren (Babbage, Karsakov); ist es eine andere Philologie, die hier antreibt: die Liebe zum *logos* als symbolischer und materieller Mechanismus

- spalten sich hier entropische, zunächst undurchschaubare Zeit und symbolisch kodierte Information

- tatsächliche Friktionen eines Mechanismus (wie die allmähliche Verhakung von Blechen an Konrad Zuses Z1 - auch im Nachbau), welche das Veto der wirklichen Zeit, das Veto der physikalischen Welt gegenüber einem idealisierten Reich zeitinvarianter logischer Maschinen darstellt; wird das fortwährende Drama des "Computers" ursprünglich eröffnet: eine Aushandlung zwischen logisch-mathematischer Operationen (Software) und ihre Implementierung in einer widerständigen realen physikalischen Welt (Hardware)

- stillgestellte Zeit - das *Pompeji premise*, eine kinematographische Situation; Artefakt datiert sich selbst: "Weil die beweglichen Skalen seit dem antiken Schiffsunglück in ihrer letzten Stellung festsaßen, konnte Stais den Fund sogar datieren, auf das Jahr 80 vor Christus"

Der Mechanismus von Antikythera als Analogcomputer

- Mechanismus, der offenbar der Vorausberechnung astronomischer Verhältnisse galt und - jenseits der pythagoreischen Harmonielehre - auch nichtharmonische Epizyklen faßte, (vor-)schnell als antiker Computer bezeichnet; tatsächlich Analogcomputer; Stärke dieses *special purpose* astronomischen Rechners, gerade auch die Unregelmäßigkeiten in der Mondumlaufbahn berechnen zu könne

- Während Projektionsplanetarium medienästhetisch astronomisches Wissen durch Bewegungszeit, Visualisierung und Räumlichkeit (re-)präsentieren soll, wird es von Mechanismen wie dem von Antikythera vielmehr medienarchäologisch *errechnet* und abgelesen; er stellt also ein funktionales Planetarium dar; Analogcomputer ist einem Planetarium als Projektionsmechanismus implizit, während er im Mechanismus von Antikythera explizit ist

- Astrolab: Nachempfinden von Planetenbahnen im Kleinen (Mikrokosmos); Schweizer Uhr mit Kreisrechenwerk "Chronomat"

Medien als aktive Archäologen solcher Artefakte

- "Price erreichte, dass der Mechanismus 1972 an seinem Aufbewahrungsort, dem Archäologischen Nationalmuseum in Athen, mit Röntgen- und Gammastrahlen untersucht wurde, um die Zahnradgetriebe im Inneren erkennen und beurteilen zu können. Obwohl mit dieser Aufnahmemethode nicht unterschieden werden konnte, welches der mehrfach übereinander liegenden Zahnräder vorn beziehungsweise hinten angeordnet ist, gelang Price eine erste Rekonstruktion der Anzeigen"; Fig. 33: Sectional diagram of complete gearing system, in: Derek de Solla Price: Gears from the Greeks. The Antikythera Mechanism. A Calendar Computer from ca. 80 B. C., Science History Publications 1975, 43

- Nachvollzug durch operative Modellierung, funktionstüchtiger Nachbau: eine archäologische Methode, kein *reenactment* im Sinne von Collingwood als mentale Operation des nachvollziehenden Menschen, sondern als Eigenlogik der apparativen Welt, *Eigenwelt der Apparatwelt* (Videokatalog Dunn): siehe object-oriented ontology; Heideggers Zuhandenheit. Die Antike kommuniziert mit uns auch durch ihr verdinglichtes Wissen

- medienarchäologische Forschungsmethode negentropisch im Sinne der (erst kinematographisch wieder vertrauten) Zeitumkehr:

- liegt die eigentliche Gebrauchsanweisung implizit im Gerät selbst angelegt, so etwa in der schieren Zahn-Zahl 223 eines der Getrieberäder. Dies entspricht exakt der Zahl der Lunarmonate zwischen zwei Mond- oder Sonnenfinsternissen im sogenannten Saros-Zyklus. Eine Anachrätologie des Wissens tut sich hier auf. "Deshalb bleibt den Forschern nur Reverse Engineering, wie es Technologiefirmen mit den Produkten der Konkurrenz machen. Sie müssen die Konstruktionsarbeit der antiken Ingenieure rückwärts nachvollziehen, vom fertigen Räderwerk bis zum Konzept dahinter" = Hürter 2006: 40

Das Differential

- "Mechanismus von Antikythera" recht eigentlich ein Analogrechner. Was dieses Artefakt mit den Planetarien der Moderne nicht im Sinne einer technikhistorischen Vorläuferschaft, sondern strukturell verbindet ist sein Mechanismus als (impliziter) Analogcomputer; analoges Meßgerät und analytisches Rechnen fallen hier zusammen; kontinuierliches Zahnradgetriebe (gleich dem Rechenschieber) "rechnet" nicht im Sinne numerischer Mathematik, sondern setzt Zahlen ins Verhältnis, rechnet mit Verhältnissen; Mechanismus, der im Projektionsplanetarium der optischen Darstellung astronomischer Konfigurationen dient, ein implizites mathematisches Getriebe, ein Differential

- kinematisches Räderwerk eines sogenannten Planetengetriebes; Zeit verzweigt sich hier als Differentialgetriebe = <http://de.wikipedia.org/wiki/Planetengetriebe>, Zugriff 23. August 2010; zeitigt ebenso die leichte Bewegung des Drehknopfs eines Kurzwellen-Radios sofortige Veränderungen, nämlich Senderwechsel; die Apparatur

als solche aber ist grundsätzlich angelegt auf den Empfang breiter Bänder. Eine besondere Rolle spielt die Mechanik von klassischen Planetenradgetrieben seit der Antike wie der Mechanismus von Antikythera (als Modell rekonstruiert ausgestellt etwa im Deutschen Museum München) in Form von Astrolabien als Ikonen der Invarianz zyklischer Zeitprozesse: Newton'sche Zeit im Unterschied zu der in Norbert Wiensers *Kybernetik* definierten „Bergsonsche“ Zeit thermodynamischer Vorgänge - Wolkenzeit. "Die Newton'sche Mechanik betrachtet <...> die Vorgänge in der Natur, insofern den Körpern <...> eine feste Masse und ein zu jedem Zeitpunkt bestimmter Ort in einem Raum euklidischer Metrik zugeschrieben werden kann" = Werner Heisenberg, *Ordnung der Wirklichkeit*, München 1989, 61

- Hebel und Rad *natura* als *machinata* = Vortrag Giovanni Di Pasquale, "Vitruvius' Image of the Universe: Architecture and Mechanism", Tagung *Vitruvianismus. Ursprünge und Transformationen*, Berlin (Humboldt-Universität / Pergamonmuseum) 14. / 15. Juli 2011

- Chronomechanismus von Antikythera selbst ein Anachronismus, weil er die lineare, evolutionäre Modellierung techno-logischer Zeit als Technikhistoriographie untertunnelt; Eisenklumpen, der aus dem Meer vor der Insel Antikythera geborgen wurde, in seiner offensichtlichen Korrosion unerbittlich der physikalischen Entropie unterworfen; erlaubt es die Modellierung als logische Anordnung, die Bestandteile zu separieren und zu rekonfigurieren. Im logisch-Symbolischen ist eine Invarianz gegenüber den historischen Kontingenzen am Werk, eine andere Gegenwärtigkeit, welche einen gleichursprünglichen Nachvollzug des antiken Geräts ermöglicht

- antike Computer im Unterschied zu klassischen archäologischen Objekten; unterliegen wie die letzteren als Hardware dem "Zahn der Zeit", der physikalischen Entropie, und sind somit in der vertrauten "historischen" Zeit; Schimmel aus alten Kondensatoren. Andererseits ist ihrer operativen Diagrammatik, also der gelöteten Schaltung, die Zeitlosigkeit der Logik eingeschrieben oder gar eingebrannt, was es ermöglicht, dieses Wissen auch heute wieder zu verhandeln, neu zu verhandeln, klug zu mißbrauchen, umzunutzen - was gemeinhin unter "Retro-computing" firmiert

- ist der kulturgeschichtlichen "Antike" (im Sinne Walter Benjamin) die Antike der Gegenwart beiseitegestellt, die "Jetztvergangenheit" des digitalen Zeitalters - ein Begriff, der zugleich andeutet, daß diese Vergangenheit nicht historisiert, sondern in der Gegenwart gleichsam "aufgehoben" ist wie frühere Prozessoren in heutigen Mikrochip-Architekturen; programmatischer Einblick in die Prähistorie heutiger Computertechnik; diese Von der Antike des Digitalcomputers nicht durch Jahrtausende getrennt; diese Antike ist nicht einmal *historisiert*, sondern aktuell. Anders als antike Statuen nämlich wollen *vintage computer* in Vollzug gesetzt werden. Sie als Objekt anzuschauen erschließt nicht ihr Wesen, sondern allein ihre operative Archäologie

- medienarchäologischer Akzent auf *computing*, nicht schlicht dem "Computer", "auf der Lauffähigkeit der Systeme, die auf diese Weise die Computergeschichte real erfahrbar machen" (Stefan Höltgen, Vintage Computing Festival Berlin)

- "Das Muster aller Vorgänge im Sonnensystem bildete die Umdrehung eines Rades oder einer Reihe von Rädern, entweder in Form der Ptolemäischen Epizykeltheorie oder der Kopernikanischen Bahntheorie, und in jeder dieser Theorien wird die Vergangenheit in der Zukunft gesetzmäßig wiederholt. Die Sphärenmusik ist ein Palindrom, und das Buch der Astronomie liest sich in gleicher Weise vorwärts wie rückwärts. <...> Wenn wir also die Planeten filmen würden, um ein wahrnehmbares Bild ihrer Bewegung zu zeigen, und den Film rückwärts ablaufen ließen, so ergäbe sich noch, übereinstimmend mit der Newtonschen / Mechanik, ein mögliches Bild der Planeten. Wenn wir dagegen die Turbulenz der Wolken in einem Gewitter filmen und den Film rückwärts ablaufen ließen, erschiene er gänzlich verkehrt. Wo wir Aufwinde erwarteten, würden die Abwinde sehen, die Turbulenz würde an Intensität abnehmen, das Blitzen ginge den Veränderungen der Wolke, die ihm gewöhnlich vorausgehen, voran" = Norbert Wiener, *Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung in Lebewesen und Maschine*, übers. v. E. H. Serr, Reinbek b. Hamburg (Rowohlt) 1968, 54 f.; Wiener akzentuiert dies als Erkenntnismodell, Unterschieds zwischen Planetenumlaufbahnen ("Kosmos") und Wolken; Zeitästhetik als die Differenz zwischen Newtonscher (absoluter) und Bergonscher (subjektiver) Zeit. Für Astronomie in ihrer überschaubaren Abzählbarkeit (von Planeten) gilt die klassische Newtonsche, also reversible (Räderuhr-)Zeit, die folglich auch mechanisch (der Antikythera-Mechanismus) modellierbar war; demgegenüber "enthält das meteorologische System eine ungeheure Zahl annähernd gleicher Partikeln, von denen einige sehr eng miteinander gekoppelt sind" <55> - dem Magnetband ebenso nahe wie der Brownschen Molekularbewegung eines in einem Gas oder einer Flüssigkeit durch die thermische Stöße bewegten Teilchens, jene Familie von Zeitreihen, für die eine eigene statistische Zeitlichkeit entwickelt wurde (Ergodensatz, nicht-lineare Vorhersage). Auf dem Spiel steht hier das Modell einer reversiblen (Newton) und einer irreversiblen (Gibbs) Zeit, der zugleich der von Physik und Biologie (Bergson) ist. "So lebt der moderne Automat in der gleichen Bergsonschen Zeit wie der lebende Organismus" <Wiener 1948/1968: 68>, in thermodynamischer, sprich: entropischer Zeit

- "Weder der griechische <sc. Heron> noch magische <sc. Rabbi Löw> Automat liegen auf den Hauptentwicklungslinien der modernen Maschine <...>. Ganz anders ist es mit dem Uhrwerkautomaten" = Wiener 1948/1968: 64; erst mit dem Aufkommen der Räderuhr mit Hemmung wird die abendländische Kultur sensibel für Schwingungen anstelle von starren Proportionen

- für epistemologischen Unterschied zwischen Planetengetriebe und Wolken stehen Vitruv (Symmetrie) und Lukrez (Wolken, Begehren)

- seit der Scholastik (und im Grunde schon mit dem antiken Zackenradwerkbetrieb des "Mechanismus von Antikythera" als Astrolab) das Universum mechanistisch als Uhrwerk modelliert; tritt dementsprechend heute ein Schwingungsmodell: *Der Klang der Superstrings* Buchtitel von Frank Grotelüschen, München: Deutscher Taschenbuch Verlag, 3. Aufl. 2001

- Platon (*alias* Sokrates) an Glaukon): Mathematiker und Geometriker behandelten Kreis und Linie wie gegeben; sie reden aber gar nicht über die tatsächliche Linie, sondern die dahinter gedachte. In diesem Sinne auch Aristoteles: "Das ist nicht wahr, dass es die Geometrie mit sichtbaren und vergänglichen Größen zu tun hat. Denn dann ginge sie ja zugrunde, wenn diese zugrunde gehen. <...> von den sichtbaren Linien ist keine so gerade oder so gebogen, wie sie sich der Mathematiker denkt. <...> und die mathematischen Punkte haben durchaus nicht dieselbe Natur wie die sichtbaren Gestirne"; Parameter der Richtigkeit ist hier ganz offensichtlich die Tatsächlichkeit des medientechnischen Vollzugs, nicht die historisch relative Deutung; anders als das "Vetorecht" (Koselleck) historischer Quellen liegt hier das Korrektiv im nicht-menschlichen Bereich

- hat der Apparat zuweilen das bessere Wissen als seine technische Beschreibung im Patent. "Es gibt eine technische Praxis, innerhalb derer sich die *Thermionic Tube* wie eine Diode verwenden lässt" <Kassung ebd.>, auch wenn im Text davon keine Rede ist. Technologische Praxis macht etwas nicht auf der symbolischen Ebene lesbar, sondern artikuliert Aussagen nach eigenem Recht. Symbolische Darstellung und gegenständlicher Vollzug fallen auseinander. Läßt sich jene "höchst eigenwillige Temporalität des Wissens" <Kassung a.a.O.: 164> am Plausibelsten in der diskursiven Form der sogenannten Wissensgeschichte fassen, die im Anschluß an Bruno Latour inzwischen Konjunktur hat?¹¹⁷ Im Unterschied zur Wissensarchäologie betont sie - wie schon die Technikgeschichte bislang - den im Rahmen von Geschichtsforschung vertrauten historischen Kontext, die "kulturelle Praxis eben auch das Apparativen und Technischen" <Kassung a.a.O., 164>. Tatsächlich wird jede erfinderische Idee "in ein weites Möglichkeitsfeld technisch-ökonomischer Realisierung hineingeboren" = Klaus Mauersberger, Technische Neuerungen am Schnittpunkt von Physik und praktischer Mechanik - ein Beitrag zu vergessenen Erfindungen, in: Dresdener Beiträge zur Geschichte der Technikwissenschaften, Heft 20 (1992), 29-39; liegt dieser Schnittpunkt in medienarchäologischer Perspektivverschiebung vielmehr zwischen physikalischer Mechanik und kulturhistorischem Kontext; ist epistemogen ein anderes, ahistorisches Gestell mit am Werk, nämlich die Fügung aller Realisierung in ein technisch-mathematisches Apriori. Nur in den Grenzen, welche Materie und mathematische Logik den Techniken unvordenklich setzen, sind

¹¹⁷Bruno Latour, Die Hoffnung der Pandora. Untersuchungen zur Wirklichkeit der Wissenschaft, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2002, bes. Kap. 5 ("Die Geschichtlichkeit der Dinge"), 175-210) sowie Kap. 6 ("Ein Kollektiv von menschlichen und nicht-menschlichen Wesen"), 211-264

dieselben diskursiv konstruierbar. Der historische Index erläutert den spezifischen Zeitpunkt einer Erfindung respektive deren Diskurswerden

- hinerfragt Mauersberger "zu früh gekommene" Erfindungen und Mehrfacherfindungen, für die etwa Leonardos Skizze des Fahrrads mit Transmissionskette ebenso steht wie der antike Mechanismus von Antikythera: "Wie und auf welche Weise konnte dies oder jene Idee nur so frühzeitig in die Welt treten?" = Mauersberger 1992: 29; medienarchäologischer Index benennt die unabdingbaren und invarianten Voraussetzungen dessen, was als Denkbare dann kulturwirksam werden kann. Diese historisch-ahistorische Doppelbindung läßt sich als temporales Gefüge formulieren: Einmal sind die Dinge in die historische Zeit gestellt, zum Anderen aber gehören sie Zeitweisen an, die - in Anlehnung an einen Begriff Latours - *non-human chrono-agencies* darstellen

- was heutige mathematische Wahrnehmung und Rechenmaschinen mit dem antiken Mechanismus von Antikythera verbindet: keine direkte historische Wissensüberlieferung, sondern ein non-historischer Kurzschluß, der im impliziten Wissen solcher techno-mathematischen Konfigurationen selbst liegt

- gerät im technischen *close reading* die Frage in den Blick, ob es sich bei solch naheliegenden Erscheinungen wie dem antiken Antikythera-Mechanismus und den neuzeitlichen Astrolabien um Transfer von Kulturtechniken handelt oder um die Ko-Emergenz logisch konsequent verwandter Artefakte in unabhängigen Epochen Kultursystemen. So wäre es "ein Fehler anzunehmen, daß jede Entwicklung nur einen Ursprung habe. Wir können die Möglichkeit nicht ausschließen, daß es vollkommen unabhängige, parallele Linien des Denkens gibt, die in weit voneinander getrennten Teilen der Welt auftreten".¹¹⁸ Dies gilt nicht minder für voneinander getrennte Zeiten im Abendland selbst; dafür steht ein medienarchäologisches Artefakt *par excellence*, der antike Mechanismus aus einem Schiffswrack vor Antikythera. Was in der Rekonstruktion aus einem zunächst korrodierten Eisenklumpen zutage trat, war ein hochkomplexer Rädermechanismus zur astronomischen Kalkulation. Nichts Vergleichbares ist aus Antike (und seither bis in die frühe Neuzeit) bekannt - ein medienarchäologischer Anachronismus, die singuläre Protention eines Analogcomputers als medienepistemologisches Monument. "The machine is an aberration; it seems out of place in the manual technology of the ancient world" = David Bolter, *Turing's Man. Western Culture in the Computer Age*, Chapel Hill (The University of North Carolina Press) 1984, 21. Siehe Derek J. de Solla Price, *An Ancient Greek Computer*, in: *Scientific American*, Juni 1959, 62. Tatsächlich deutet sich hier eine Erkenntnis an, die sich der konformen Mediengeschichte entzieht: eine Eigenzeit der apparativen Welt, ein Gewußtwerdenwollen technologischer Konfigurationen, das über die kulturhistorischen Zeiten hinweg wiederholt an die menschliche Neugierde appelliert, um nahezu gleichursprünglich ge- und erfunden zu werden.

¹¹⁸ Joseph Needham, *Wissenschaft und Zivilisation in China*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1984, 80

Hinsichtlich seiner operativen Gegenwärtigkeit unterscheidet sich ein kulturhistorisches oder klassisch-archäologisches Artefakt von einem technisch-medialen Ding. Eine Räderuhr mit Hemmwerk aus dem 14. Jahrhundert spricht die Zeitlichkeit selbst an. Wenn sie, wie am Beispiel der Astrologischen Uhr von St. Marien in Rostock, heute immer noch tickt, und dies prinzipiell nach dem alten Mechanismus, dann ist hier, allem historischen Kontextverlust zum Trotz, eine Unvergangenheit in Funktion. Im Moment ihres Funktionierens ist eine spätmittelalterliche Räderuhr heute in einer unhistorischen Seinsweise und stellt damit eine spezifische Form von Anachronismus dar. Wird eine solche Uhr nicht erst im Sinne der neuen Rahmung im Museum, sondern selbst schon vor Ort museal, durch das pure Vergehen "historischer" Zeit? Diese tickende Uhr stellt ein empirisch-transzendentes Artefakt dar: Ihre Operativität liest sich als etwas anderes, als es die historische Rahmung meint. Für technikhistorische Museen stellt sich diese Frage sehr konkret: operative Präsentation des technischen Altertums oder aus konservatorischer Rücksicht das Primat ihrer Unberührbarkeit, damit auch Unrepariertheit des Artefakts? Gewiß kann ein historisches Medienartefakt nicht auf Dauer in operativer Präsenz erhalten werden, doch ergibt sich durch systematische Aufzeichnung seiner Operativität die Möglichkeit, die wesentliche, genuin mediale Information in der symbolischen Form kinematographischer Diagrammatik auf Dauer zu stellen. Wie anachronistisch also ist eine funktionierende Räderuhr in der Gegenwart?

- gibt es Medien und gab es sie als reale Artefakte, als Gegenstände der Kultur, die z. T. materiell (als Museum) als sie selbst überliefert sind - wie etwa jene Zahnräder aus dem antiken Wrack, gefunden vor der menschenleeren Insel Antikythera in der Ägäis, von denen bis heute nicht klar ist, ob sie die Ur-Form eines astronomischen Computers oder schlicht eine Uhr darstellen. Erst der tatsächliche Nachbau der verkrusteten Eisenklumpen dieses submarinen Fundes ermöglichte eine Entfesselung ihrer Deutung (ausgestellt im Deutschen Museum, München)

Planetarische Zeit (und jenseits)

- hat Norbert Wiener Zeit als Naturgeschehen auf zwei Niveaus angesiedelt: Planetenumlaufbahnen einerseits - das mechanische Modell der getakteten Uhrzeit - und die mikrothermischen, stochastischen Prozesse von Molekülen in Wolken. Planetenbahnen im Sinne der Keplerschen Gesetzen lassen sich - wie vermutlich im antiken Mechanismus von Antikythera angelegt und von Huyghens 1682 nachgewiesen - durch ein mechanisches Getriebe (als Analogcomputer, der Kettenbruchrechnung mit ineinandergreifenden Zahnrädern durchführt) nicht nur simulieren, sondern auch in ihrer zeitlichen Richtung umkehren - Zeitachsenmanipulation als das Kriterium, welches die Simulation vom tatsächlichen Sternenhimmel unterscheidet. Das Zeiss-Planetarium von Jena ermöglichte über ein Zählwerk jeden beliebigen Zeitpunkt der Sternzeit auf Abruf als Konstellation einzustellen, invariant gegenüber dem Zeitpfeil der Boltzmann-Entropie. So kommentiert Max Wolf nach einem Besuch die ahistorische Zeitweise dieses Planetariums:

"Weiter aber spielt 'Zeit' bei ihm im Gegensatz zur Natur keine Rolle. Der Himmel ist sozusagen dem Experiment zugänglich gemacht, und man braucht nicht auf die Vorgänge zu warten" = Max Wolf in der Neuen Mannheimer Zeitung v. 18. April 1927, zitiert nach: Das Zeiss-Planetarium, Jena 1930, 3, von: Joachim Krause, Architektur aus dem Geist der Projektion. Das Zeiss-Planetarium, in: Wissen in Bewegung. 80 Jahre Zeiss-Planetarium Jena, hrsg. v. de. Ernst-Abbe-Stiftung (Konzeption / Redaktion: Hans-Christain von Herrmann), Jena 2006, 51-78 (59); Gegenstück zu dieser Zeit ist die Unwahrscheinlichkeit metereologischer Prozesse

- "Wenn immer man die Zeit zur Bewegung in Beziehung gesetzt, das heißt sie als Maß der Bewegung definiert hat, fanden sich zwei Aspekte der Zeit, beide Chronozeichen: einmal die Zeit als Ganzes, als großer Kreis oder Spirale, die die Gesamtheit der Bewegung im Universum aufnimmt; dann die Zeit als Intervall, das die kleinste Bewegungs- oder Aktionseinheit bezeichnet¹¹⁹ - die Ebene des Zeitkritischen. Epochen und Intervalle werden auf kleinste Momente zusammengestaucht, zusammengepreßt wie verdichtete Materie in Schwarzen Löchern. Schon die Räderuhr brach im Grunde mit der kulturtechnischen Anbindung an natürliche Zeitläufe: "Eine Uhr <...> liefert nicht einfach die Abbildung irgendwelcher natürlicher Bewegungen, der Planeten, Gezeiten, biologischer Rhythmen z.B. Umgekehrt: sie bildet ein Modell - von modus, Maß, modello, kleines Maß -, eine Form, einen Entwurf, über den es überhaupt erst möglich wird, ein Ereignis zu fixieren, es nicht einfach hereinbrechen oder vorbeirauschen zu lassen" = Peter Gendolla, Zwischenzeiten. Zur Kultur und Technik der Zeit in der Moderne, in: Zwischen-Bilanz. Eine Festschrift zum 60. Geburtstag von Joachim Paech, Abschnitt II: "Der Zeitsinn", *online* www.uni-konstanz.de/paech2002

- Planetenzeit (die "Ephemeriden" als der Umlauf der Erde um die Sonne) stellt also nur eines unter vielen Phänomenen von Zeit dar. Angeregt durch seine astronomischen Beobachtungen, verwandte Huyghens viel Mühe auf, um die Zeitmessung zu verbessern, vor allem zum Zweck der unabhängigen Zeit- als Positionsbestimmung auf See. Erst das Dazwischentreten der Quarzuhr aber (er)löst kulturtechnische Zeitbegriffe von der unmittelbaren Bindung an Astronomie und Theologie des "Kosmos" - ein letztendliches Medienwerden und die Autonomisierung einer Zeit, die aus der *physis* selbst entnommen wird. Die Loslösung der Zeit vom astronomischen Maßstab der natürlichen Zeit zeitigte ihrerseits einen epistemologischen Bruch: Kultur setzt sich eine eigene Zeitbasis, genuine Medienzeit. Mit der Cäsium-Atomuhr aber kehrt die *physis* wieder in die Zeit zurück, insofern hier ein Energiepotential mit Zeit verrechnet wird; bundesgesetzlich gültige Zeitnormal von einer Quarzuhrengruppe hergestellt und deren Frequenz mit der des Cäsium-Atomresonators abgeglichen - eine naturzeitliche Referenz, überboten von Pulsaren als Schwingungsreferenz; zugleich das *re-entry* "astronomischer Zeit" zweiter Ordnung

Er/zählen und Techno-Mathematik

¹¹⁹ Gilles Deleuze Das Bewegungs-Bild. Kino 1, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2. Aufl. 1990, 52

- meint Technologie nicht nur die Inszenierung physikalischer Materialität (*techné*), sondern ebenso die symbolische Notation, der arbiträre *lógos*. Im altgriechischen Vokalalphabet hat die Form der Zeichen nahezu keinen indexikalischen Bezug mehr zur Physik des Klangs der Vokale und Konsonanten respektive Phoneme; dieses Versprechen lösen erst phonographische Medien ein

- Differenz zwischen Semiotik und Kybernetik: "Im ersteren Fall haben die Zeichen einen Bezug, sie stehen für etwas, sie referenzieren. Im zweiten Fall sind die Zeichen selbst Gegenstände, mit denen Operationen durchführbar sind" = Gernot Grube, in: Autooperative Schrift - und eine Kritik der Hypertexttheorie, in: Gernot Grube / Werner Kogge / Sybille Krämer (Hgg.), Schrift. Kulturtechnik zwischen Auge, Hand und Maschine, München (Fink) 2005, 81-114 (94)

- mit elementarem Alphabet der diskrete Code angelegt, der in der symbolischen Maschine Computer wiedereinkommt, sich die Physik symbolisch unterwirft, den physikalischen Medienbegriff kassiert

- Buchdruck + Algebra = Computer: "Der Buchdruck konnte alles kopieren und abschreiben und die Algebra konnte alles berechnen, aber die beiden liefen nicht zusammen. <...>. Wenn man programmiert, dann tritt ein richtiger Integralismus auf. Man schreibt nicht nur, sondern das, was man schreibt, wird getan vom Programm. Das Versprechen des Buchdrucks und das Versprechen der modernen Mathematik endlich zusammengekommen, nach 500 Jahren Latenzzeit Europas, das ist eine unendliche Macht, wirklich eine Art von Integral, in das alle vorher getrennten einzelnen Technologien, Metallurgien, Halbleitertechniken und Elektrotechnik eingeht." <Kittler 2000: xxx>

- wird seit Buchdruck auch mit dem Spatium kalkuliert. Jede Schreibmaschinentastatur weiß es: auch das Nichts (er)zählt, und im Computer gilt der Charakter wie seine Abwesenheit gleichrangig als Zeichen - das Wesen des Digitalen.

- stellt Angela Bulloch durch ihre Medienarchäologie des digitalen Blicks, durch ihre extreme Ausbremsung und Vergrößerung gepixelter Filmbilder in raumplastischen Installationen die Linearität filmischen Erzählens infrage. Unser subjektives, „inneres“ Zeitbewußtsein wird hier durch radikale technische Entäußerung provoziert.¹²⁰ Vor allem aber zeigt die extreme Verlangsamung des Bildaufbaus in Bullochs Lichtarchitekturen, daß digitale Bilder nicht(s) wirklich erzählen (die filmische Sequenz), sondern diskrete Funktionen von *Zählung* sind. Indem die Farben der einzelnen Pixelboxen in einem permanenten Übergang von einem Zustand in den nächsten sich zeigen, läßt die Wahrscheinlichkeit für jeden neuen Zustand sich nur aus dem vorhergehenden ableiten <Huber 2002> - womit visuelle Information in Form von Markov-Ketten, also einem

¹²⁰ Dazu Edmund Husserl, Vorlesungen zur Phänomenologie des inneren Zeitbewußtseins, hg. v. Martin Heidegger, Tübingen (Niemeyer) 1928; unter Bezug auf Bullochs Pixelwerke: Huber 2002

Spezialfall der Wahrscheinlichkeitsrechnung wahrnehmbar wird. Bullochs Installationen machen sinnlich nachvollziehbar, „wie aus einer numerisch relativ einfachen Farbsequenz komplexe Erklärungsmuster über die wahrgenommene Wirklichkeit entstehen“ <ebd.>

- Bulloch macht es offenbar: *theoria* wandert vom Visuellen zur Zahl. So bewegt uns die digitale Medienkultur, insofern wir sie als höchst positives Apriori, nämlich zugleich techno-und logisches Gesetz des Sagbaren begreifen, tatsächlich in eine Epoche jenseits von Immanuel Kant, der ja in der 1. Einleitung seiner *Kritik der Urteilskraft* noch behauptet hatte, eine „allgemeine Zeitlehre gibt nicht so wie die reine Raumlehre (Geometrie) genügsamen Stoff zu einer ganzen Wissenschaft her“ <zitiert nach Georgiades 1985: 273>. Die vom altgriechischen *nous*, also kognitiv bemerkte „Zeit kippt ja in Zahlen um“, in Arithmetik <ebd.: 272>, und damit machen die digitalen Medien eine genuine Zeitmedienwissenschaft möglich

- beschreibt Objektreihe im Computermuseum HNF Paderborn den Weg von ersten diskreten Schriftsymbolen (alles andere als Handschrift, vielmehr mathematische Zählmarken aus Ton, mithin die ersten Datenträger der Welt, vor allen Münzen schon eingeschlossen und mit Zeichen für den Inhalt versehen, versiegelt - Symbolisierung¹²¹) bis hin zur Schreibmaschine und erinnert daran, daß die Kulturtechnik Schrift nicht aus Zwecken der Literatur, sondern der Übertragung von Wirtschaftsdaten erfunden wurde - "writing was not invented for the purpose of communication"¹²². Schreiben gleich Rechnen in Uruk. Es ist ein medienarchäologischer Kurzschluß, daß erst der Computer die Entzifferung der abertausende von Keilschrifttafeln erlaubte, durch Berechnung.¹²³ Und das für die Kommunikation im Internet wiedergeborene Zeichen "commercial @" ist solche ein medienarchäologisches Relikt auf der Tastatur, ein ehemals mathematisches Zeichen für Kalkulationen¹²⁴, das in den 80er Jahren, der Geburt des Internet, nicht mehr brauchbar

- beginnt *streaming* mit Lesekultur des Alphabets; Flusser zufolge meint Ikonoklasmus die Auflösung des zweidimensionalen Bildes durch die Zeilenförmigkeit der Schrift als Vorstufe des diskreten Streaming, insofern die ikonische Szene in einzelne geordnete (gezählte und kalkulierte) Symbole, die er/zählt werden können, aufgelöst wird: Literarisierung / Narrativisierung des Bildes = Medienkultur, 25. Erst im Strom des linearen Schreibens / Lesens kommt die Botschaft zustande; der alphabetische Code ist eindimensional und diskret (wie heute wiederum, als *re-entry* durch digitalen Code, die Bilder selbst, als Pixelserien)

¹²¹ Siehe Susanne Holl, Das Pfand der Zahl. Zur Archäologie der Keilschrift, in: Sprache und Literatur 75/76 (1995), 100-109

¹²² Niklas Luhmann, The Form of Writing, in: Stanford Literary Review, vol. 9.1 (Spring 1992), Themenheft: Writing / Écriture / Schrift, ed. by Helen Tartar / Andrew Wachtel, 25-42 (26)

¹²³ Siehe xxx Damerow, xxx

¹²⁴ Zur Verwendung der Schreibmaschine für *billing* und Rechenoperationen siehe Scholz 1923: 106f

Das Neue am Computer

- elektronische Rechenmaschinen "etwas prinzipiell Neues. Sie unterscheiden sich von allen bisher gebauten Werkzeugen und Maschinen. <...> sie können nicht nur numerische Probleme lösen, und ihr Wesen liegt nicht allein darin, daß sie dies rasche und auf höherer Ebene durchführen können als die geläufigen vollautomatischen Bürorechenmaschinen oder die mechanischen bzw. elektromechanischen <Analog->Geräte zum Lösen einfacher Differentialgleichungen in der Praktischen Mathematik. Eine genaue Analyse der Bereichsbereite, in der diese Maschinen operieren können, zeigt, daß sie den Kern der Kybernetik darstellen" = Helmut Winkler, Elektronische Analogieanlagen, Berlin (Akademie-Verlag) 1961, 1; ferner: "Das elektronische Rechnen und Regeln <...> ist der wichtigste Teil der Kybernetik" = ebd., 2

Die Rechenmaschine Pascals

- Problem, den mathematischen Zehnerübertrag in Rechenmaschinen umzusetzen. Die legendäre Rechenmaschine des Philosophen Pascal etwa scheiterte an der Form der damaligen Zahnräder, die nur einen begrenzten fehlerfreien Übertrag erlaubten, so daß er ein anderes System erfinden mußte, das Energie durch Gewichte in diskrete Einheiten spaltet und so den Übertrag als mechanische Übertragung ermöglicht macht. Womit wir sehen, daß die Mechanisierung von Mathematik nicht nur eine Frage der Kalküle und Programme, sondern auch der Hardware ist - das große Thema der Medienarchäologie, d. h. eine Strukturgeschichte des Verhältnisses von Logik und Maschinen. Und dann ein Ausblick auf die Fortführung dieser Mechanik in elektronischen Rechnern, die nämlich nicht nur das ganz Neue darstellen, sondern - hinsichtlich der Speicherung - vor allem eine elektronische Implementierung uralter Mechanik selbst.

- Computer nicht auf eine bloße Rechenmaschine reduzierbar: "If it should ever turn out that the basic logics of a machine designed for the numerical solution of differential equations coincide with the logics of a machine intended to make bills for a department store, I would regret this as the most amazing coincidence that I have ever encountered"¹²⁵

Babbages Maschinen (Analytical Engine / Difference Engine)

- im Londoner Science Museum zuallererst James Watts Dampfmaschine mit Fliehkraftregler zu sehen; später Babbages vollständig mechanische Konstruktion einer Difference Machine; museale Kopräsenz des ersten digitalen (wenngleich nicht binären) Computers und der Maschine der

¹²⁵ Howard Aiken, 1956, „The Future of Automatic Computing Machinery“, in: Elektronische Rechenanlagen und Informationsverarbeitung (Darmstadt), 33

Industriellen Revolution unter einem Dach erzeugt epistemogene Halluzination: wenn sich eine (kybernetischer Fliehkreisregler) dampfbetriebene, mechanische Computerkultur bereits im Viktorianischen England ausgebildet hätte; leitet sich das literarische Genre des *steam punk* ab¹²⁶

- Während die Mediumvorgänge in Babbages mechanischem Computer um 1830 in ihren Taktraten durchaus nicht zeitkritisch sind, ist das zeitkritische Gelingen für Bildereignisse als Fernsehen um 1930 medienarchäologisch essentiell; dazwischen steht schiere Elektrizität

- entwirft Babbage zwei Rechenmaschinen auf Basis von Dezimalarithmetik, die *Difference Machine* (1823) und die *Analytical Engine* (1834) - beide niemals fertiggestellt.

Geschuldet war dies nicht Entwurfsfehlern, sondern an der mangelnden Präzision der Feinmechanik zu dieser Zeit

- resultiert Entwicklung einer Difference Engine aus Babbages Kritik an der Fehlerhaftigkeit in der menschlichen Errechnung und dem Druck von mathematischen Tabellen (die großen französischen Rechenwerke). An Stelle symbolischer Ausdrücke im Speichermedium Buch tritt die aktuelle Neuerrechnung in der Maschine; genau so definiert Heinz von Foerster die Handrechenmaschine Curta als latentes operatives Gedächtnis im Unterschied zum Speichergedächtnis; ein spezifisches "Ende der Gutenberg-Galaxis"

- formuliert Babbage (repektive Ada Lovelace) erste Ideen der Programmierung und mit der Analytical Machine das Konzept von getrennter Operationseinheiten für Speicherung und Prozessierung (*store* und *mill*). Babbage trennt nur *the store* (Speicher) und *the mill*; für die Arithmetische Einheit sind nur Additionen vorgesehen. Keine Ein- und Ausgabereinheiten (Schnittstellen). Babbage adressierte den Speicher mechanisch, indem die Lochkarten für jede Speicherzelle eine gesonderte Lochposition hatten. Babbage kannte auch *Sprungbefehle* zum Verlassen des linearen Befehlsflusses

- geschichtskritische Nachfrage: Direkteinfluß von Babbages Konzept auf Turing, oder gleichursprüngliche Wiederentdeckung - Historie oder Gleichursprünglichkeit, Evolution oder Zeittunnelung?

Die Chrono-Logik der von-Neumann-Architektur des Digitalcomputers

- medienarchäologische Ahistorizität: das "Jenseits" der Architektur von Rechnern, wie sie im Zweiten Weltkrieg entwickelt wurde und bis heute im Wesentlichen unverändert gültig ist, liegt schon in der Vergangenheit des *computing* angelegt. Das Ablegen von Daten und Programmen in ein und

¹²⁶ William Gibson / Bruce Sterling, *The Difference Engine*, London (Gollancz) 1990; dt.: *Die Differenzmaschine*, München 1992

demselben Speicher, die Trennung desselben von der zentralen Recheneinheit und die Schnittstellen der Ein- und Ausgabegeräte sind Hardware-Prinzipien, wie sie unter einem ganz bestimmten historischen Index definiert worden sind (vornehmlich militär- und ingenieurstechnische Bedürfnisse, aber auch vor dem Dispositiv einer spezifisch modernen gedächtniskulturellen Praxis). Diese werden nun auf Bereiche übertragen, die vielleicht ganz divergenten kulturellen und kognitiven Logiken folgen.

Rechnen mit Zeitereignissen (Parametron)

- aus der Steckdose mit Wechselstrom rechnen? zwar langsam (Takt: 50 Hz), dafür aber massiv parallel, weil Strom phasengleich pulst

- Prinzip der TIGRIS-Röhrenuhr Oszilla (Henry Westphal), durch Frequenzteilung direkt aus dem Stromnetz gespeist.

- Computer, der mit Phasenlagenverschiebung Nullen und Einsen rechnet
- auf der Basis des sogenannten "Parametrons", sehr *sonisch*. Hier wird nicht ein Digitalcomputer nachträglich sonifiziert (Carlé, Miyazaki), sondern er rechnet genuin sonisch.

- Jan-Peter E.R. Sonntag, 14. März 2013: "dass das Prozessieren mit Wellen dem Prinzip nach sonisch ist, da es in Schallwellen umgesetzt werden kann – mechanisch – ich denke z.B. an Lord Kelvins Harmonic Analyser, der durchaus auch eine Membran anstatt des Zeichenstiftes führen könnte – und klar kann jede elektromechanische Schwingung verstärkt einen elektromagnetische Schallwandler treiben und so sonisch sein. Wenn aber ein Apparat nur mit Wellenverschiebung rechnet um letztendlich einen diskreten Binärcode anzuzeigen, kann nur das Prozessieren als analog der Schallerzeugung meiner Meinung nach betrachtet werden, während sein Ergebnis eines von zwei Zeichen ist. Ist das Sonische nicht gerade eine nicht symbolische Repräsentanz?

<...> wo z.B. wo 44.000 Pbnkte mal z.B. 16bit Tiefe / Abstufung eine Kurve repräsentieren kann es wieder Schall werden, dessen Stufen wir nicht hören können, was unserer Hör-Trägheit geschuldet ist.

- elektrotechnisch sind 1 und 0 unhörbar, betrachtet man sie als maximale Umpolung. Schnell genug ab 16Hz bringen sie die Schaltung zum Oszillieren – müssten eine Rechteck-Signal sein und damit klingen wie eine Saxophon, praktisch aber bildet Klirrfaktor die resultierende Wellenform, die so komplex werden kann

- *Paramtron*, vor Jahrzehnten in Japan entwickelt: ein Digitalcomputer, der mit Hochfrequenzen in Phasenverschiebung rechnet; Entwurf Gojo; § in SCHWING "Der Schwingkreis als Computer: das *Parametron*"

eine "sonische" Form der Informationsverarbeitung, da schwingungs- und phasenbasiert, einzigartig in der Medienarchäologie der Digitalcomputers

"One day, a flip-flop of the PC-1 was connected to a loudspeaker and a program made the loudspeaker oscillate, thus generating a sound. The pitch was controlled by adjusting the shift number of the shift instruction and the sound duration was controlled by a busy jump in the output instruction."¹²⁷

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

- E. Wada, The Parametron Computer PC-1 and its initial input routine, in: Raúl Rojas / Ulf Hashagen (Hg.), The First Computers. History and Architecture, Cambridge, Mass./ London (MIT Press) 2000, 435-452

- operiert Gotos PC-1 auf der Basis von Magnetkernspeichern und Schwingkreisen; oszillatorischen Ästhetik des analogen Synthesizers: "[m]agnetic core memory of the PC-1 used sinusoidal waves rather than pulses for write/read operations. The core matrix consisted of a 36 x 256 rectangular wire net. In each writing operation, a sinusoidal wave of frequency $f/2$ was put through the selected one of the 256 row wires, and the 36 information bits were applied to the 36 column wires in form of the sinusoidal wave of frequency f , where the phase of the latter wave represented each information bit." = Textversion Wada für Konferenz Nixforf-Forum Paderborn 1998, Kap. 2 "Memory"; Druckfassung in: Raúl Rojas / Ulf Hashagen (Hg.), The First Computers. History and Architecture, Cambridge, Mass./ London (MIT Press) 2000

- Nachbau in Pure Data; Basis: Schwingkreis

- 1. Pumpschwingung (als zusätzlicher Parameter zur Erzeugung ungedämpfter Schwingungen), 2. parametrisch *eingekoppelte* Schwingung

- vgl. Anstoß einer Schaukel / Pendel; es bedarf *zweier* Perioden zur wirklichen Anregung, also: doppelte Frequenz; entspricht proportional dem Sampling-Theorem

- binäre Information *ist* in der Schwingungs*phase* enthalten. Phasenverschiebung um 180° der Schwingung für menschliche Ohren keine hörbare Tondifferenz; ändert auch nicht die Frequenz, kann aber in der "Semantik" der Informationstheorie semantisch aufgeladen werden i. S. der binären Logik

- für Parametrons dann eigene Logik-Schaltung (Gatter) entwickelt: Schwingungsüberlagerung ("Mehrheit gewinnt" zur Bestimmung von Null / Eins)

- Emulator des PC-1 (1958-1964) basiert jedoch auf Registern; vielmehr mit Analogcomputer / Analoogsynthesizer "emulieren"?

¹²⁷ Eiiiti Wada, The Parametron Computer PC-1 and Its Initial Input Routine, in: Raúl Rojas / Ulf Hashagen, The First Computers. History and Architectures, Cambridge, Mass. / London (MIT Press) 2000, 436-452 (449)

- erweist PC-1 Digitalrechner als extremen Grenzfall des Analogrechnens: rechnet mit Wechselstrom (rechnet mit kontinuierlichen Signalen, nicht mit Impulsen). Recht eigentlich sind hier nun Input (Tastatur) und Output (Drucker) "diskret"

- einzelne Parametrons galvanisch miteinander gekoppelt; zeitkritische Grenzen der Phasenverschiebungen; andere Form von "time of non-reality" im Sinne Norbert Wieners

- Resonanz: vgl. Schwingungsenergieübertragung zwischen Stimmgabeln

- Informationsverschiebung (-"Übertragung") zwischen den einzelnen Parametrons durch Aus- und Einschalten der jeweiligen Pumpfrequenz; vgl. FM-Modulation: Bursts

- zeitkritisch: Dauer des Einschwingvorgangs bis zur ungedämpften Schwingung

Ternäre Logik (SETUN)

- SETUN 1958 von Brusencov, Forschungslabor der Moskauer Staatlichen Universität; Realisierung der sequentiellen bitweise Operationen der Recheneinheit der Maschine mittels Zweiphasenwechselstrom; Bild von interferierenden Wellenbewegungen (Christof Maurer), mithin *sonischer* Rechner / Parametron; daß der SETUN als ein musikalischer Rechner angesehen werden kann. Musikalisch in dem Sinne, dass die ternäre Schaltalgebra mit der kompletten Sinusschwingung arbeitet, also auch mit dem negativen Bereich. Der Ursprung der Idee, die Polarität des Wechselstroms auszunützen, kann in der Notation der imaginären Zahlen im Einheitskreis gefunden werden, dort gibt es sowohl die / 0, die 1 auch als die -1

- Francis Hunger, SETUN. Eine Recherche über den sowjetischen Ternärcomputer, Leipzig (Institut für Buchkunst) 2007

- bewältigt Computer das Oszillieren zwischen zwei Zuständen in der denkbar einfachsten Form, als rechnende Digitalität von 0/1, die schaltungstechnisch *nicht* die Dichotomie Präsenz/Absenz bedeutet, sondern schlicht zwei elektrische Spannungszustände. Vielmehr gilt es den Querstrich, das Dazwischen im Sinne des *tristate* differenziell zu denken; U. Tietze / Ch. Schenk, Halbleiterschaltungstechnik, Berlin u. a. (Springer) 1989, 207 ff.

- im Unterschied zur dialektischen Logik als Negation und Aufhebung in finaler Synthese, führte vielmehr die Koinzidenz von Boolescher Logik (Wahrheitstabelle) und der Effizienz elektromagnetischer Relais (An/Aus) zur Elektrifizierung der symbolischen Logik in Schaltkreisen (Peirce, Shannon); "coincidence of timing" vielmehr denn technikgeschichtliches Momentum ("point of greatest historical interest in the story of

computing"); induziert *maschinennahe Programmiersprache* Assembler / op-Code 0/1. "The logic of software, however, bears little relation to this binary of even triune thinking" = Kommunikation Gregory Ulmer, August 1996

DDR-Computer in den Technischen Sammlungen, Dresden

- von Lehmann konzipierter Lehrcomputer, der (extrem verlangsamt) die einzelnen Rechenschritte im Digitalcomputer durch Leuchtpunkte in transparentem Gehäuse nachvollziehbar macht für menschliche Sinnesgeschwindigkeit. Dokumentation des (nach wie vor unter Strom laufenden) Prozesses adäquaterweise durch eine klassische Super-8-Kamera (und nicht, wie scheinbar naheliegenderweise, ausschließlich durch Digitalkamera respektive Cam-Corder): System der Flügelscheibe diskretisiert einen stetigen optischen Signalfluß (Bewegung / *Kinematographie*) in ein sequentielles Alphabet diskreter Rahmen (Kader), eine mithin differentielle Analyse von Bewegung durch ein diskretes Aufzeichnungsmedium (analog zur Uhr / zum getakteten Uhrwerk, als dessen Invertierung zu Zwecken der optischen Analyse, analog zur Chronometrie; dazwischen die Chronophotographie)

"Colossus" (Bletchley Park)

- bedient sich "Tunny"-Rechner eines zentralen Werks aus der Telephonwähltechnik, um eine jeweilige Walze in der deutschen Lorenz-Chiffriermaschine zu emulieren: der "uniselecter"; handelte sich damit nicht im zeitlich verzogenen ("historischen"), sondern funktional- (quasi-)echtzeitlichen Sinn um ein *reverse engineering* der Lorenz SZ 42 durch den "Tunny"-Rechner in Bletchley Park; elektrostatische Kalkulation ersetzt hier das bisherige manuelle Dechiffrieren und Erkunden von *wheel-setting*

Datenarchäologie

- Landesarchäologe von Niedersachsen: Problem mit seinen alten Computerdatenträgern; es gebe in Kiel noch Geräte, die alte Daten lesen können; Antwort Ralf Bülow: alte Datenträger vermutlich nicht lesbar, weil Mainframes mit Ausnahme einer PDP-8 alle erloschen; für neuere Datenträger (Floppys u. dgl.) an www.computermuseum-oldenburg.de wenden

Nova 2, EDSAC

- Nova 2 operativer Minicomputer (also Computer ohne Mikroprozessor; CPU noch in diskrete Funktionselemente aufgelöst; mit Kernspeicher; über Binärschaltern in Oktanzahlen zu programmieren und nicht funkentstört,

was im Nachfolger ALTAIR 8800 zu sonischen Emanationen führt; Nähe zum Direktcomputing verlockend, diskrete "Archäographie"

- Sir Maurice Wilkes gestorben, EDSAC aber "lebt", verfügbar als Emulation. Anlaß, über die verschiedenen Zeitlichkeiten von biologischen Körpern und technomathematischen Implementierungen nachzudenken; EDSAC-Emulation unter Windows

Experimentieren mit Commodore C64

"Der 1982 auf den Markt gekommene und ab 1983 auch in Deutschland verkaufte C64 des Herstellers Commodore entwickelte sich schnell zu einer ernsthaften Konkurrenz für den TI-99/4A. Mit 64 KByte RAM, guten Grafikfähigkeiten und professionellem Sound-Chip setzte der C64 auf dem Markt der Home-Computer neue Maßstäbe. Obwohl er nur einen verhältnismäßig niedrig getakteten 8-Bit-Prozessor besaß, wurden Basic-Programme auf ihm deutlich schneller als auf dem TI-99/4A ausgeführt. Zudem verfügte sein Basic-Interpreter über Befehle wie PEEK, POKE und SYS, um Byte-Werte direkt in Speicherzellen hineinschreiben und dann als schnelle Maschinenspracheprogramme ausführen zu können. Vieles, was beim TI-99/4A Anlass zu Kritik gab oder eine kostspielige Erweiterung erforderte, war beim C64 besser gelöst oder gleich in der Grundausstattung verfügbar." = Wikipedia <?>>

- C64er-Emulation; Prozessorprogrammierung des Mosfet 6510, also der 64er-CPU; Prozessor überschaubar: 3 Register, eine 256 Bytes große Zeropage, kleiner Befehlssatz (ca. 56 Opcodes); für Menschensinne noch nachvollziehbar, wie ein Prozessor "tickt" (*clocking*)

- Lacans Begriff der "kybernetischen Tür" medienarchäologisch präzisieren; einer der Gründe, "antike" Rechentechnik nutzen; Signal-Symbol-Übergang noch sichtbar: <http://www.devic.us/hacks/anatomy-z80-gate> (Hinweis Stefan Höltgen)

- sollte, nachdem "Press play on Tape" gekommen ist und das Tape gestartet hast, der Bildschirm opak werden; langdauernd, bei kommerziellen Spielen startet das Spiel irgendwann von selbst; bei gecrackten Spielen wieder beim blauen Bildschirm, das Programm mit "Run" starten

- mit LOAD"*", 1 probieren; "*" ein Platzhalter, der besagt, daß das nächste Programm geladen wird; ",1" spezifiziert die Datensette; aktuelle Cassette heißt etwa "F-16 Combat Pilot"; ansonsten lädt Rechner, um wieder in die "READY"-Schleife zurückzuführen; von Diskette Programm namens "Monitor" laden in Hauptspeicher des C64; damit Kathodenstrahl auf angeschlossenem Bildschirm selbst steuern (eigener Editor)

Medienarchäologie des Computers, buchstäblich

- gilt vollends für Computer: Medienarchäologie nicht auf seine Materialität reduzierbar; digitale Medien gehen in ihrer Apparatur nicht auf; Archäologie des Computers nicht allein künftiger Elektroschrott (Wiederverwendung für seltene Erden): "Es muss jene fundamentale Mathematizität hinzukommen, die einen Rechner erst zum Laufen bringt <...> die mathematische Endlichkeit ihrer Materialität" = Knut Ebeling, Archäologische Avantgarden, Habilitationsschrift zur Erlangung der Lehrbefähigung für die Fächer Kulturwissenschaft / Ästhetik, vorgelegt dem Fakultätsrat der Philosophischen Fakultät III der Humboldt-Universität zu Berlin, 2. Juli 2007, 652; publiziert als: Wilde Archäologien, Berlin (Kulturverlag Kadmos), xxx

- Computing als Subjekt und Objekt: im Spiel "Minecraft" individuell Spiellevel konstruieren und für diese Konstruktionen Funktionsparameter definieren; damit Simulation einer 2-Bit-CPU = <http://www.youtube.com/watch?v=MvCJcMPWQiw> (Hinweis Stefan Höltgen)

Zur Metaphorik der Computer-Gehirn-Analogie

- "ultraschnelle Rechenmaschine, so wie sie abhängig war von aufeinanderfolgenden Schaltern", erinnert sich Norbert Wiener, fungiert als "ideales Modell der sich aus dem Nervensystem ergebenden Probleme" in der heroischen Phase der Kybernetik: "Der alles-oder-nichts-Charakter der Neuronenentladung ist völlig analog zur Auswahl einer binären Ziffer <...>. Die Synapse ist nichts als ein Mechanismus, der bestimmt, ob eine gewisse Kombination von Ausgängen von anderen Elementen ein ausreichender Anreiz für das Entladen des nächsten Elementes ist oder nicht [...]"¹²⁸; Analogie läßt sich in einem medienepistemischen Artefakt finden: der Elektronen-Gasentladungsröhre als Thyristor. Denn nur für sie gilt (im Unterschied zum Vorgänger des elektromagnetischen Relais, wie bei Zuses Z1, und im Unterschied zum Nachfolger Transistor respektive Integrierte Schaltung), daß sie wie Synapsen sich ansteigend lädt (hier noch "analog", elektrotechnisch, wie ihr Einsatz im Rundfunk), um dann ab einem bestimmten Spannungswert zu kippen und damit als ein digitaler Schalter zu fungieren (FlipFlop; das Gitter der Triode sperrt gegenteilig)

Computerkultur: Paarvermittlung

- sozialwissenschaftlicher Begriff des Computers laut Erhard Tietel, *Das Zwischending*; ein kybernetisches Dazwischen. "Fokussierung auf den Prozess des Dazwischens" (Wandler, Überträger)

- (rekursiver) Algorithmus "Partnervermittlung" berechnet maximale Menge von Paaren M (in Pseudocode), Autoren: Claus / Diekert / Petersen 2008, 380 (Hinweis Stefan Höltgen, Januar 2011); Computer diskursiv

¹²⁸ Norbert Wiener, Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung im Lebewesen und in der Maschine [AO 1948], Düsseldorf / Wien (Econ) 1963, 42f

reduziert auf Statistikmaschine; seine Eskalation aber gründet in algorithmischer Intelligenz

Miniaturisierung von Schaltkreisen

- Dissertation Peter Koval, Das Rechnen mit dem Rechnen. Eine Halbleitergeschichte des Moore'schen Gesetzes, Berlin (HU), 2013

- extreme Miniaturisierung technischer Schaltungen, von der buchstäblich handgreiflichen Verdrahtung elektronischer (aktiver und passiver) Bauteile bis hin zum integrierten Mikrochip in aktuellen Rechenmedien; gewonnen wird ist Speicher- und Rechenkapazität in unvorstellbarem Maße (Moore's Law) und eine atemberaubende Steigerung von Rechengeschwindigkeit. Was verloren geht, ist die medienarchäologische Taktilität, an welcher medientheoretische *Einsicht* bislang praktizierbar war. In einem Fundus von Medientechniken der Gegenwart, der sich auf die Kernelemente (nicht das einkleidende Design) konzentriert, ist heute im Wesentlichen fast nichts mehr zu sehen als kleine schwarze IC-Käfer. Sind heute Millionen von Transistoren in Mikrochips eingelassen und in ihrer siliziumlithographischen Technik eher eine späte Form von Buchdruck, war das klassische Radio auf Elektronenröhrenbasis noch ein dreidimensionales Gebilde, eine Medienskulptur. Elektronische Fernsehbilder, die vor einem halben Jahrhundert mit monströsen Bandmaschinen aufgezeichnet und wiedergegeben wurden, finden heute Platz auf einem Memory-Stick. Diesen zu aktivieren brauchte es zwar keine Ampex mehr, aber doch elektronisches Gerät

- schußfähiger Radiosender und -empfänger: Annäherungszünder; Mara Mills weist hin auf Hörgeräte als alternativer Vorform der Miniaturisierung von Elektronik; technoökonomisches Rechnen; Dreifachröhre OE 333
Manfred von Ardenne: dreidimensionaler IC

- "bewahrt" Hardware Software vor dem Nutzer; von Kittler 1993 "There is no software" Umkehr zu "Hardware, das unbekannte Wesen" 1996; Emulation

- Mindell: Operationsverstärker als das entscheidende epistemische Ding

- Turing 1936: kein Computer kann beweisen, daß er einen anderen vollständig konstruieren kann (Unvollständigkeit); Äquivalenzen von Maschinen un/entscheidbar?

- Entwurfsprozesse; Analogien von "realen" und Computerarchitekturen

- schrieb Bernd Mahr in 1960er Jahren "Hardwareprogramme" (Test von Hardware Ein- und Ausgängen, von Hand)

- epistemologischer Bruch (medienarchäologisch) ist die Mathematisierung der Schaltungsverdichtung, wie schon Umschlag bei Shannon: "Algebra"

von Schaltungen

- Verdichtung physikalischer Leitungen stellt graphentheoretische Probleme, die formalisiert werden können
- 10^3 hoch minus 32 als unterste Grenze von Schaltungsgeschwindigkeit
- Zeitzünder im 1. Weltkrieg als konkreteste Form der Bergsonschen *durée* (Wolfgang Schäffner)
- "eine Halbleitergeschichte" im Sinne von Rekursivität, wie sie in der Transistorschaltung selbst angelegt ist? im Sinne von Simondon und Latours "non-human agencies" (Aktanten) - in Moore's Law etwas am Werk, das sich der technikökonomischen Historisierung entzieht
- Kolmogorov-Komplexität: Steigerung von Komplexität einerseits Hardwarefrage, andererseits mathematische Intelligenz
- materialisiert sich die Welt des Symbolischen (kartesische *res cogitans*) in der *res extensa* des Operativen

Computerarchäologie: Die Anonymisierung der Hardware

- operiert Datenverarbeitung auf Basis "nicht von Sprachen, sondern von Algorithmen und zeitigt deshalb Effekte, die keine Rede - auch meine nicht - ausreichend beschreiben kann" = Friedrich Kittler, "Fiktion und Simulation", in: Aisthesis. Wahrnehmung heute, Leipzig (Reclam) 1990, 196-212 (196)
- Ende der *ekphrasis*.; archäographische Medien(be)schreibung heißt vielmehr *diagrammatic reasoning* als techno-mathematischer Mitvollzug
- Erwerb eines alten ATARI-Rechners erlaubt, anachronistisch - medienarchäologisch nachholend - die Erfahrung der ersten Generation von Heimcomputernutzern zu machen: wirklicher als Emulationen dieses Rechners aus dem Netz, sie zu begreifen
- Medien@archäologie (schreibt Programm automatisch als Web-Adresse, weil at-Zeichen) meint, die medialen Phänomene (d. h. was dann menschlichen Sinneskanälen zugänglich ist) auf ihre apparativen (dispositiven), mathematischen und elektronischen Bedingungen hin zu durchschauen / transparent zu machen. Offengelegt wird damit jene mikrotemporale Ebene, auf der Dinge von Medien registriert werden - ob dies nun von Menschen bemerkt wird oder nicht, ein nicht-phänomenologischer Ansatz
- sog. Hybrid-Systeme, d. h. die Verbindungen analoger und digitaler Komponenten. "Ab Mitte der sechziger Jahre wurden die ersten integrierten Schaltungen industriell gefertigt. Seitdem ist die technologische Weiterentwicklung der Hardware vor allem gekennzeichnet

durch ständige Erhöhung der Packungsdichte der Schaltelemente und durch die Verringerung der Signallaufzeiten zwischen den Elementen. Trotz der riesigen Geschwindigkeit von 300.000 Km/sek, überbrücken die Signale nicht mehr als 30 Zentimeter in einer Nanosekunde. Für eine immer weiter fortschreitende Geschwindigkeitssteigerung ist es deshalb nötig, immer kompaktere Chips zu bauen. Inzwischen finden ca. 20.000 Transistoren auf einem Punkt von der Größe eines Fliegendrecks Platz. <...> Konzeptionelle Entscheidungen, z.B. zentraler Takt, Binärsystem, Zerlegung in logische und räumliche Einheiten (Speicher, Zentraleinheit, etc.) wurden nicht zuletzt deshalb getroffen, weil sie geeignet waren, ingenieurtechnische Probleme in den Griff zu bekommen und komplexe Systemeinheiten zu organisieren. <...> Derzeit sind wir als Informatiker der "black box" mehr ausgeliefert, als es die Entwickler und Benutzer der vergleichsweise umständlichen und unzuverlässigen Analogsysteme jemals waren. Der einzige Weg, mit dem Inneren der Maschine in Verbindung zu treten, sind Bildschirm und Tastatur. Wir haben im Grunde nicht einmal die Möglichkeit zu überprüfen, ob die Angaben des Herstellers stimmen. Wir können die Maschine nach ihrer Konfiguration und anderen Leistungsgrößen fragen, aber die Antwort könnte genausogut gelogen sein. Die Software war noch nie zum Anfassen, nun ist es auch die Hardware nicht mehr" = Georg Fleischmann, Hardware-Einfalt: Von der verlorengegangenen Kunst, Computer zu bauen, in: Lab. Jahrbuch 1996/97 der KHM, Köln 1997

- Kontrast zwischen der Wort-Kontext-Suche in den Digital Humanities (am Beispiel von Kant-Texten) als Reisen durch Benutzeroberflächen und FAKs radikal-archäologische Reduktion der Computerästhetik auf die *aisthesis* von Basisprogrammieren

- gerade im Kunstkontext auf die archäologische Seite der Bildverarbeitung hinweisen, methodisch. Semantisch soll komplementär zu schnell gestrickten Medientheorien die archäologische Tiefenbohrung in themenverwandte Repositorien im Archiv der Vergangenheit stehen, als kontrapunktisches Feedback, als Aufhalten (*donner le temps*)

(Daten)Archäologie konkret

- Medienarchäologie "down to the algorithm"; Affinität Archäologie / Datenverarbeitung

- "Datenverarbeitungsanlagen und Magnetometer sind [...] oft wichtigere Werkzeuge als der Spaten. Neue Datierungstechniken, die auf einem Inventar von biologischen, physikalischen, chemischen und mathematische Verfahren beruhen, erschließen überraschende Dimensionen der Vorzeit. <...> Die Masse kaum mehr übersehbarer neuer Fundmaterialien <...> läßt sich fast nicht mehr ordnen, verarbeiten und interpretieren; allzu leicht wird sie in Magazinen erneut begraben. Das führte notwendig zu dem Versuch, Verfahren und Geräte der elektronischen Datenverarbeitung zu ihrer Erfassung, Speicherung und Auswertung einzusetzen" = Franz Georg Maier, Neue Wege in die alte

Welt. Methoden der modernen Archäologie, Hamburg (Hoffmann & Campe) 1977, 42

- Wolfgang Schodel, "Wie knackt man einen Code? In Kleinasien `gräbt der Rechner aus´ - und entschlüsselt natürlich", in: DUZ 5/1989, 19-22, über die epigraphische und ikonographische Quellen sichernde Forschungsstelle ASIA MINOR im Seminar für Alte Geschichte der Westfälischen-Wilhelms-Universität Münster

- Jenseits der historischen Imagination hält sich *machine reasoning* an das Vorgefundene = M. J. Doran, "Archaeological reasoning and machine reasoning", in: J.-C. Gardin (Hg.), *Archéologie et Calculateurs*, Paris (Éditions du CNRS) 1970, S. 57-69 ; diese Archäologie keine Geschichte antiker Techniken mehr, sondern *science*, eine exakte Wissenschaft, *mathesis*. "Archaeology, relieved of the passion for objects (from antiquities and works of art to museum pieces) needs to seek, record, consult, process, reconstruct the truncated and distorted information"¹²⁹

Musealisierung und / oder Retro-Computing

- Verein zum Erhalt klassischer Computer e. V.: "Erhalt klassischer Computer. Die Computer werden bei Bedarf repariert *und wieder einsatzfähig gemacht*. Um die klassischen Computer einer breiten Öffentlichkeit präsentieren zu können, werden Veranstaltungen wie die Classic Computing durchgeführt" = Podiumsdiskussion *Hardwhere? Softwhere? - Archivierung zwischen Musealisierung, Diskursivierung und Operativ(er)haltung*, HU Berlin (Medientheater), 9. Juli 2013, Vortragsreihe "SHIFT - RESTORE - ESCAPE"

- Ende des C64 ca. 2033: kritische Teile auswechseln; funktionaler *versus* kuratorischer Ansatz; Originalteile erhalten. Mittelweg: entfernte Kondensatoren aufbewahren, um nötigenfalls "ursprünglich defekten Zustand" wiederherzustellen (Bernd Ulmann); quellenkritischer Ansatz / das materiale Artefakt

- Thiemo Eddiks kuratiert das *operative* Oldenburger Computermuseum; Credo Oldenburg: "Heraustüfteln mit original Software auf original Hardware"

- medientheoretische Nachfrage Höltgen: Wenn antiker Apple-Computer angeschaltet wird (und noch operationsfähig ist), ist er nicht in der Vergangenheit (im Jahr 1983), sondern radikal in der Gegenwart. Antwort Museum Oldenburg: strikt chronologische Ordnung

- KEEP-Projekt der EU (Framework 7): Ermöglichung der Aufrechterhaltung von Plattformen, so, wie sie tatsächlich vorliegen = Keeping Environment

¹²⁹ F. Djindjian, "Introduction", in: ders. / H. Ducasse (Hrsg.), *Data Processing and Mathematics Applied to Archaeology* (= Pact 16/1987, Council of Europe), S. 11.

Emulation Portable; Archivprojekt Berz / Feigelfeld: Plattform Computer Kittler

- in früher Computerkultur *quasi* selbstbewegt Portierung von DOS auf Windows

- gibt es keine "alte Software"; logische Ordnungen sind in einer metahistorischen Zeit. Erst in der konkreten Implementierung sind sie im historischen Kontext verkörpert

- ein *inoperatives* Computermuseum ist keines; Mainframe-Computer schwerer operativ zu halten

- "historische Aufführungspraxis" von Musik: Hören ist historisches Phänomen, kann heute auch auf Originalinstrumenten nicht mehr gleich-nachvollzogen werden (Tom Levin); anders technomathematisches Regime: zeit/*invariant*; Problem: Inkompatibilität früherer Monitore (Bildsynchronisation) / moderne Emulatoren; "historische" Anmutung abgeleitet aus Peripherie, wie früher die Einkleidung der Radioapparaturen. Quer dazu steht die Turingmaschine als solche

- gehen tagtäglich Bits verloren (Lange) - aber nicht auf elektromagnetischen Speichern / Ferritkern

- Urheberrecht gegenüber Computerspielmuseum: teilweise "verwaiste Werke"; ansonsten: 70 Jahre warten. Oder Nutzergebühren erheben / an Autoren zuweisen (IP-Holder)

- museologischer Primat: Hardware soll so erhalten bleiben, wie als Schenkung erhalten; d. h.: Computer in Vitrine stellen (Kudraß, DTMB). Früher noch gruppenweise Einblick in Funktionsweisen. Prinzipiell vorführbar, aber Veteranen treten ab. Ersatzweise: Filme zeigen, und/oder Emulatoren. Archivierung als Artefakt steht in Asymmetrie zum Wesen des Computers als operativem; Lösung: Emulatoren. An Z1(Nachbau) hat sich ein Blech verhakt. Hölzgen: Z1 im DTMB selbst ein "Emulator", weil *nachgebaut* von Konrad Zuse

VCF Berlin 2015 und das Jahr 1965

- Vintage Computing Festival Berlin; Akzent auf Lauffähigkeit der Systeme; auf diese Weise die Computergeschichte real erfahrbar machen.

- 1965 CTSS, erstes Time-Sharing-Betriebssystem; konzipiert Maurice Wilkes im selben Jahr den Cache-Speicher (Speichertheorie); 1965 „Moore's Law“ formuliert; Time-Sharing als "Zeitanteilsverfahren" = Negroponte 1995: 119; vergleichzeitlicht das Terminal von Computernutzern; digitale Telephonie heute: Mehrfachnutzung eines Übertragungskanal / Mehrfachtelegraphie; von verschiedenen Orten auf einen einzelnen Rechner zugreifen

- 50 Jahre „Hypertext“ von Ted Nelson und XANADU, nonlineare Schrift in signalverarbeitenden Medien

- Oktober 2014; Digital-AG Halle eröffnet neugestaltetes Museum; Homepage der ("Rechenwerk") Digital-AG: <http://9hal.ath.cx/usr/digital-ag/projekte/andere/museum>; Video, gedreht in den (neuen) Räumen der Digital-AG: http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=A53J5pQhYqc

- Museum in Naunhof, wo Andreas Richter einen SER2B wiederzubelebt; <http://www.museum-fuer-historische-buerotechnik.de/>

Hardwarenah ausbilden? Informatik vs. Medienpädagogik

- frohe Botschaft medienarchäologischen *Durcharbeitens*: "Die reverse-engineering-Aktivitäten von visual6502.org haben Früchte getragen: Nachdem man dort den 8-Bit-Mikroprozessor MOS 6502 zuerst geöffnet, die Schichten fotografiert und das Ganze dann als Javascript-Simulation nachprogrammiert (sogar mit der Möglichkeit, Code laufen zu lassen und die Signalverläufe in den Schichten zu visualisieren" = <http://visual6502.org/JSSim/index.html>; ausgehend von dieser Software-Abbildung des Prozessors eine diskrete CPU mit Transistoren bauen: <http://tubetime.us/?p=346>; nicht nur medienepistemologisch von Interesse, "auch ein erster Schritt von *hardware preservation*, die nicht mehr nur konservierend sondern konstruierend bewahrt" (Stefan Höltgen, Mai 2016)

- frühe didaktische modulare Programmiersprachen wie ELAN (Werte vorbelegen, rechnen, ausgeben); bereits Gabelung: hard- oder softwarenah ausbilden? Algiriuthmen in den Vordergrund stellen, jedoch Turing: Algorithmist *ist* die Maschine; demgegenüber heute a) Kritik Claus Pias, in *Merkur*, sowie Medienpädagogik: vielmehr in Zeiten von Facebook und *cloud computing* medienethische Fragen diskutieren (Recht auf Datenlöschung im "Identity Management")

Retrocomputing als medienhistorische Hilfswissenschaft

- Mechanismus der Suchmaschine Google läßt sich auf die Computertechnologie der 1960er-Jahre mit Lochkarte und Bandspeicher "downgraden", auszuprobieren *online* unter <http://www.masswerk.at/google60> (Aktivierung Dezember 2012)

- Forschung durch *circuit bending*, analog zur "Forschungskunst" in der Kunstpraxis; krude computerarchäologischen Erfahrungen wie Plattform-Offenlegung und medienarchaische Assemblerprogrammierung sind auch in Zeiten der sogenannten "sozialen Medien" und fast vollständig virtualisierter Informatik erkenntnisleitend

Der Anachronismus von Computerarchitekturen

- automatisierte, mit Stapeln sortierter Lochkarten vollzogene Rechnungen in Charles Babbages Entwurf einer *Analytical Engine* zeitinvariant: "Each set of cards made for any formula will at any future time recalculate that formula with whatever constants may be required. Thus the Analytical Engine will possess a library of its own. Every set of cards once made will at any future time reproduce the calculations for which it was first arranged."¹³⁰

- Eigenart des digitalen Codes, daß er "in einem gewissen Sinne Ort und Zeit bedeutungslos werden läßt"¹³¹. Dies gilt weitgehend für alles, was in symbolisch oder diagrammatisch kodierter Form, d. h. buchstäblich oder in Form von Schaltungen, erstellt wurde und überliefert wird - "solange der 'Code' noch decodiert werden kann" (Gschwind ebd.). Diese doppelte Lesefähigkeit auf Hard- und Softwareebene aufrecht zu erhalten ist die Leistung der Retrocomputing-Szene.

Emulation versus Simulation?

- auf aktuellem PC den Vorgänger ENIAC (Sonifikation seiner noch niederfrequenten Cycling Units) erklingen lassen; Einspielung von mp3-Datei (komprimiert) eine Aufzeichnung; alternativ möglich, eine gleichursprüngliche Artikulation des Computers zu ermöglichen, als Emulation des ENIAC; das wäre keine bloß konzertante Repräsentation. Der Computer vermag seine eigene Vergangenheit zu vergegenwärtigen, in Form des "historischen Perfekt": fortdauernd als logische Struktur. Aus ENIAC resultierte die EDVAC-Architektur (bis heute gültige Tektonik des programmspeicher-Computers), sofern diese in der Gegenwart nicht "historisiert", sondern aufgehoben ist. Das Nicht-Historisierte der computativen und kybernetischen Kernfunktionen (Iterationen, Rückkopplungen) dauert im *ubiquitous computing* der Gegenwart an: im Konzept der strikt sequentiellen Datenabarbeitung und Speicherprogrammierung. Die gespeicherten Daten wirken hier zugleich als Revision des aktuellen Befehlssatzes. "Das Diachronische ist synchronisch operant."¹³²

- Ben North / Oliver Nash, Magnetic core memory reborn (May 9, 2011), online <http://www.corememoryshield.com>, 1-12

¹³⁰ Charles Babbage, *Passages from the Life of a Philosopher*, London 1864, 119

¹³¹ Rudolf Gschwind, *Bilddigitalisierung und Langzeitarchivierung*, in: Lioba Reddeker (Hg.), *Gegenwart dokumentieren / Archiving the Present. Handbuch zur Erschließung von moderner und zeitgenössischer Kunst in Archiven und Datenbanken*, Wien (Eigenverlag basis wien) 2006, 168-182 (170)

¹³² Bitsch 2009: 425f., unter Bezug auf John von Neumann, *Papers of John von Neumann on Computing and Computer Theory*, Cambridge / London / Los Angeles 1987, 19

- Jussi Parikka, *What is Media Archaeology?*, Cambridge / Malden, MA (Polity Press) 2012

- Claus Pias, *Computer-Spiel-Welten*, München (sequenzia) 2002

- Gilbert Simondon, *Die Existenzweise technischer Objekte*, Zürich (Diaphanes) 2012

- Doron Swade, *Collecting Software: Preserving Information in an Object-Centred Culture*, in: *History and Computing* Vol. 4 No 3 (1992), 206-210

Zeitkritische Mathematik / Mathematische Werkzeuge zum Kalkül der Zeit

- entdeckt Euler *avant la lettre* den Dirac-Impuls, die buchstäbliche Deltafunktion von (potentiell un)endlicher Amplitude, aber gegen Null gehender zeitlicher Dauer, ein mithin "digitaler Impuls" = Siegert 2003: 219; ist unendlich klein nicht Nichts: Zeit vergeht, minimal, auch im binären Schaltmoment. "Man sieht wohl, daß dies durch keinerlei reguläre Funktion von t repräsentierbar ist" = Leonard Euler, *De la propagation du son*, xxx, 430; *lim. $\Delta t \rightarrow 0$* . "Das Intervall strebt hier gegen Null (als Limeswert *lim*). Aus der (scheinbar) kontinuierlichen Bewegung wird hier ein Moment herausgeschnitten, der nicht mehr nur ein zeitlicher Moment ist, sondern auch ein epistemisches Moment: ein Moment, "der nicht transitorisch gedacht werden kann <...> sondern vielmehr Funke, stroboskopischer Lichtblitz, der die Bewegung für einen Augenblick einfriert" = Siegert 2003: 220, unter Anspielung auf Lessing 1766; ergänzend: erste Bewegungen, die durch mit Wechselstromfunken erzeugtes Stroboskoplicht beobachtet wurden, schwingende Saiten.

- überträgt Vladimir Bonacic das hypothesengeleitete "heuristic programming" des Menschen auf den Digitalcomputer, der bislang unerkannte Muster graphisch darzustellen erlaubt, die im Handrechnen kaum identifizierbar waren: "One discovers unknown logic and laws, and results unobtainable through classical mathematical analysis appear."¹³³ In diesem Feld philosophisch-mathematischer Logik und physikalischer Gesetzmäßigkeiten handelt es sich nicht um *Erfindungen* kulturellen Wissens, vielmehr um *Findungen* des latent bereits Vorliegenden durch kulturelle Technik (in diesem Fall der Digitalcomputer) - technologische *aletheía*, in der dialektischen Entbergung des Natürlichen (*physis*) durch eine kulturell angeeignete, damit reflektierte zweite Natur (Technologien). Letztere nähert sich der primären Natur in zunehmender Adaption. "The new media are not bridges between man and nature: they are nature" =

¹³³Vladimir Bonacic, *Art as a Function of Subject, Cognition, and Time*, in: Margit Rosen (Hg.), *A Little-Known Story about a Movement, a Magazine, and the Computer's Arrival in Arts. New Tendencies and Bit International, 1961-1973*, Karlsruhe (ZKM) / Cambridge, Mass. (MIT) 2011, 371-373 (371)

Marshall McLuhan, *Five Sovereign Fingers Taxed the Breath*, in: ders., *Counterblast*. 1954 Edition, veröffentlicht durch: transmediale.11 Berlin (in Kooperation mit Gingko Press), 2011

Zeit & Zahl

- "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."¹³⁴
Daraus folgert Aristoteles, daß „die Zeit Zahl ist“ = ebd.: 117

- "The length of numbers in binary notation is at least double that of numbers in the decimal system <...>. This makes the binary system impractical for human calculators, but it does not upset computers in the least. From the computer's point of view, these sequences of 1 and 0 are convenient, for they are easily codified in electric signals; the passage of current expresses 1, its interruption 0."¹³⁵

- einmal unter Strom gesetzt, egalisiert blitzschnelle Geschwindigkeit elektronischer Rechner den (aus menschlicher Sicht) Nachteil der binären Notation, weil er den phänomenologisch rechnenden Zeitsinn vielfach unterläuft. Die rhythmischen Impulsketten als elektrotechnische Verkörperungen des mathematischen Stellenwertsystems (hier zur Basis 2) werden im Computer entweder sequentiell oder vermittels des Bus-Systems gruppenweise (in Nibbles, also Vierergruppen, oder achtstelligen Bytes) verarbeitet

- - Zeit als Funktion *ihrer* Meßtechniken: "Die eine Sache ist <...> die Bewegung eines Körpers, die andere, wodurch wir messen, wie lange sie ist. Wer wollte da nicht bemerken, was von beiden eher Zeit ist? Wenn ein Körper sich nämlich im Wechsel mal bewegt, man stillsteht, messen wir nicht nur seine Bewegung, sondern auch seinen Stillstand durch die Zeit."¹³⁶

- Information der Wert einer Neuigkeit, der Überraschung einer Nachricht: "Information Theory is concerned with this problem of measuring changes in knowledge"¹³⁷; insofern macht es Sinn, Entropie zur Basis dieses Informationsmaßes zu machen. Information selbst kann nur mit einer "operational definition" gefaßt werden, "i. e., a definition in terms of what it *does*: as [e. g.] *force* is classically defined in terms of the acceleration which it causes or could cause)" - ein Mediendrama. "The effect of information is a *change* in a representational construct" = ebd., 514

- wird mit komputierenden Medien Zeit selbst als gezählte implementiert

¹³⁴ Aristoteles, Physik Buch IV, Kap. 12, 220b = Arist. 1967: 116

¹³⁵ Denis Guedj, *Numbers. The Universal Language*, xxx (Thames & Hudson) xxx, 59

¹³⁶ Aurelius Augustinus, *Was ist Zeit? Confessiones XI*, lat./dt., übers. v. Norbert Fischer, Hamburg (Meiner) 2000, § 31

¹³⁷ Donald M. MacKay, *The Nomenclature of Information Theory*, in: Pias (Hg.) 2003: 511-523 (511)

- widerphysikalisches ("negentropisches²) Gegenrechnen: fiele ein Stealth-Bomber sofort vom Himmel, wenn er nicht künstlich durch Gegenrechnung im Computer gesteuert werden könnte, da seine Form zum Zweck der Tarnung vor Radargeräten allen Gesetzen der Aerodynamik widerspricht

In welchem (historischen) Zustand sind Logik und Mathematik?

- operative Mathematik eine Verschränkung von mathematischer Existenz und Zeit, manifestiert sich im Übergang von Boolescher Logik zu Shannons Schaltalgebra; kommt das ins Spiel, was in der Elektrophysik die Unbestimmtheitszone zwischen zwei eindeutig symbolisch definierten Spannungszustände ist: "Die klassische zweiwertige Logik kann mit Paradoxien nicht operieren, da sie mit den beiden zur Verfügung stehenden Werten (wahr und falsch) nichts anders ausdrücken kann. Spencer Brown löst dieses Problem in seinem Kalkül über die Einführung des Beobachters. In dessen Wahrnehmung oszilliert eine Paradoxie ständig zwischen wahr und falsch. Diese Oszillation ist ein zeitliches Phänomen. Über die Einführung von Zeit kann Spencer Brown mit diesem dritten Zustand umgehen."¹³⁸

- Unterschied zwischen der abstrakten Turing-Maschine und einem operativen Computer liegt in seiner Welthaftigkeit, und das heißt Zeithaftigkeit. "Gatter sind ideal geeignet, um bestimmte 'Ereignisse' über die Eingänge miteinander zu kombinieren, um über den Ausgang eine bestimmte Schaltfunktion zu erreichen"¹³⁹; vgl. Konzept der Memetik: "Werkzeuge, Bauwerke und andere Erfindungen sind bestenfalls Mem-Träger. Ein Waggon mit Speichenrädern bringt nicht nur eine Fracht von einem zu einem anderen Part, sondern trägt auch die brillante Idee eines Waggon mit Speichenrädern von Geist zu Geist" <Dennett 1994: 268>

- Argument Martin Heideggers in Logik-Vorlesung SS 1934: Die Zahl bleibt invariant gegenüber dem Vergehen historischer Zeit. Demgegenüber betont Friedrich Kittler, „dass es keine ewigen Wahrheiten der Mathematik gibt. Sie hängen nicht am Himmel, um dann heruntergepflückt zu werden, wie Platon sich das vielleicht vorgestellt hat. Die Mathematik steht selber wieder in der Geschichte unmathematischer Kontexte" = Friedrich Kittler, Weil das Sein eine Geschichte hat [Gespräch mit Alessandro Barberi], in: ÖZG 11 (2000) 4, 109-123 (115); "Wechselspiel" (Kittler ebd.) entspricht der chiasmatischen Konstruktion des *new historicism*: in der Literaturwissenschaft: die Historizität von Texten einerseits / die Textualität der Historie andererseits; Struktur und Kontingenz. Kleinste Innovationen und Verschiebungen auf Signifikantenebene triggern hier epochale epistemologische Diskontinuitäten - etwa die Einführung der Ziffer „Null“ sowie die abendländische Übernahme des indischen Stellenwertsystems über den Umweg Arabiens - eine in der Tat symbolische Maschine, die zum

¹³⁸ Motje Wolf, SPRACH/RAUM. Zur *Musique Anecdотique* von Luc Ferrari, in: Tatjana Böhme-Mehner / Klaus Mehner / dies. (Hg.), Elektroakustische Musik. Technologie, Ästhetik und Theorie als Herausforderung an die Musikwissenschaft, Essen (Die Blaue Eule) 2008, 143-150 (148f), unter Bezug auf: George Spencer Brown, *Laws of Form - Gesetze der Form*, Lübeck (Bohmeier) 1997

¹³⁹ Anleitungsbuch zum Busch-Experimentiersystem 2188 Computer-Technik, Viernheim 1988, 24

Algorithmus führt. *Daß* aber überhaupt dieses Wissen nach Europa gelangt, ist als „Kreuzzugswunder“ <Kittler ebd.> eher historischer Kontext denn die Eigenzeit und -logik mathematischen Wissens. Und doch hat die Null vergessen, aus welchen historischen Kontexten sie stammt; sie *wirkt* in Rechenmaschine operativ und zeit/*invariant* fort (Genesis und / oder Geltung)

- Mathematik "eine Wissenschaft, in der jeder die Entdeckungen der großen Forscher nacherleben kann, ohne deshalb in ferne Länder <oder in ferne Zeiten> <...> reisen zu müssen"¹⁴⁰. In der Mathematik "läßt sich alles nachprüfen: man kann den gleichen Weg zu den gleichen Entdeckung gehen, den die Großen der Wissenschaft schon gegangen sind" <a.a.O., 5> - die Nachvollziehbarkeit der Methode im logischen Raum, different vom kontingenten historischen Feld

- dazwischen das physikalische Experiment in seiner Laboranordnung. Sein Nachvollzug ist eine Wieder*instanzierung* des primären Experiments, eine Aufhebung der historischen Zeit zugunsten einer Gleichursprünglichkeit

- fragt sich Immanuel Kant, "ob eine *Geschichte* der Philosophie mathematisch abgefaßt werden könne" = zitiert in Ebeling / Altekamp (Hg.) xxx, 33 f.

- "A human <...> can even abstract itself from itself and take into account only its rules / of processing, as in logic and mathematics. The opposite limit of this symbolic recursiveness resides in the necessity by which it is bound <...> at the same time to maintain regulations that guarantee its survival in any environment whatsoever."¹⁴¹

- technologische Urszene stellt eine Urkunde dar, solange sie im medienarchäologisch Verborgenen, daher unerkannt blieb

- Gerade weil die Mathematik in einem un-zeitgemäßen Verhältnis zur Historie steht, manifestiert sich ihr operatives Stattfinden zuweilen buchstäblich unter der Hand: "Ein neues Symbol einzuführen, heißt, wenn man einen Buchstaben auf ein Papier setzt, das Zerreißen, die Loslösung des semantischen Feldes, das der Träger des neuen Akteurs sein wird, zu begünstigen, und somit das mental Vorgehen von der lästigen Gegenwart, die es hemmt, zu befreien" = René Thom, De L'icone au Symbole, in: Cahiers Internationaux du Symbolisme, 22/23 (1973), 85-106; zugleich Kapitel XI in: Modèles mathématiques de la morphogenèse, in: Union Generale d' Editions, Paris; dt. in: Eckhardt / Engell (Hg.) 2002, 134

- neue, real implementierte Symbolik (etwa als Schaltalgebra) bringt ein latentes Wissen zutage; manifestieren aber kann sich dieses Wissen somit

¹⁴⁰ Lilly Görke et al., Rund um die Mathematik, Berlin (Kinderbuchverlag) 5. Auf. o. J.

¹⁴¹ Jean-François Lyotard, Can Thought go in without a Body?, in: ders., The Inhuman. Reflections on Time [*L'Inhuman: Causeries sur le temps, Paris 1988], Stanford, Cal. (Stanford University Press) 1991, 8-23 (12f)

immer nur in einem datierbaren historischen Moment. Damit wird das neue Symbol zugleich zum historischen Index dieses Wissens.

- im Archiv der Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften in Faszikel N (2) des Nachlasses von Georg Klaus handschriftliche Exzerpte zu Oswald Spenglers mathematischen Ausführungen in *Der Untergang des Abendlandes* (von Klaus seinerseits rubriziert unter dem Titel "Philosophie der Mathematik)¹⁴². Das *double-bind* der Mathematik besteht darin, immer zwischen metahistorischer Gleichursprünglichkeit und diskursiver, kulturhistorischer Relativierung zu oszillieren. Zitat (Spengler S. 118): "Geometrie heißt die Kunst des Messens" - mithin also Analogrechnen -, "Arithmetik die des Zählens." Kommentiert Klaus: "Eigengesetzl. des Mathem.!"

- weitere Exzerpte aus Spenglers Werk durch Klaus in Form eines Typoskripts (paginiert 19 ff.); Auszug Spengler: "Es gibt mehrere Zahlenwelten, weil es mehrere Kulturen gibt. <...> Was wir Geschichte der Mathematik nennen, vermeintlich die fortschreitende Verwirklichung eines einzigen und unveränderlichen Ideals, ist in der Tat, sobald man das täuschende Bild der historischen Oberfläche beseitigt, eine Mehrzahl in sich geschlossener, unabhängiger Entwicklungen, eine wiederholte Geburt neuer, ein Aneignen, Umbilden und Abstreifen fremder Formenwelten."¹⁴³

- Spengler: "Die Funktion ist nichts weniger als die Erweiterung irgend eines vorhandenen Zahlenbegriffs, sie ist deren völlige Überwindung." Präzisiert Klaus: "Übergang von der Zahl zur Funktion ist Übergang von der Metaphysik zur Dialektik. Die Funktion sieht die Zahl in ihrem Zusammenhang, in ihrer Veränderung und betrachtet sie nicht als starre isolierte Größe. Kontinuum!"

- Cassirer über die analytische Geometrie; Code der Zahlen gewinnt damit eine Autonomie, die die Möglichkeiten der Operationen erweitert "und von einschränkenden Anthropomorphismen wie die Forderung nach Anschaulichkeit befreit. Das 'Sein' der Einzelzahl geht in der Geschichte der Mathematik immer reiner in ihrer 'Funktion' auf" = Tyradellis 2006: 155: symbolischer, mithin: operativierbarer Code emanzipiert sich damit von der Kulturhistorie. "An Archimedes wird man noch denken, wenn Aichylos längst vergessen ist, denn Sprachen sterben, mathematische Ideen jedoch nicht" = Godfrey H. Hardy, zitiert nach Blum 2002: 112

¹⁴² Exzerpte der Ausgabe Oswald Spengler, *Der Untergang des Abendlandes. Umriss einer Morphologie der Weltgeschichte*, 3 Bde München (C. H. Beck) 1920-1923, hier Band 1: *Gestalt und Wirklichkeit* (1920), 79-131

¹⁴³ Siehe die Ausgabe Oswald Spengler, *Der Untergang des Abendlandes. Umriss einer Morphologie der Weltgeschichte*, München 1918/1972, 79, zitiert im Kapitel "Geschichtscodierungen", in: Daniel Tyradellis, *Untiefen. Husserls Begriffsebene zwischen Formalismus und Lebenswelt*, Würzburg (Königshausen & Neumann) 2006, 152-162

- Euklid-Text im Arabischen: hebt sich aus den Schriftzeichen eine geometrische Zeichnung ab; verständlich als ideale Sprache auch für diejenigen, die des Arabischen nicht mächtig sind. Tatsächlich kennzeichnet Gleichursprünglichkeit das Wesen mathematischen Wissens; auch nach Katastrophen der Wissensüberlieferung bringt sich (techno-)mathematisches Wissen naturnotwendig wieder hervor, anders als das negetropisch akkumulierte kulturelle Wissen

- zerrendiskursive Kontexte am Wissen der Physik und Mathematik, setzen ihr Vetorecht aber nicht ausser Kraft: "Wenn wir unsere mathematischen Kenntnisse erwerben, wiederholen wir die lange mathematische Geschichte der Menschheit. Die Ontogenese rekapituliert die Phylogenese."¹⁴⁴

- Biograph Norbert Wieners nimmt eine zentrale Behauptung der Kybernetik ("signal = message + noise") auf, deutet dies jedoch nicht hinsichtlich der Überlieferung von "historischem" Wissen über/von Wiener aus dem Archiv (im Sinne von Arnold Eschs Begriff der Überlieferungschancen), sondern verstrickt sich im internen historischen Diskurs, wenn ermahnt wird, "emotive Wiener-noise" - namentlich seine problematischen Anekdoten - doch bitte von der "Wiener-message" zu trennen (beides zusammen ergibt allerdings "Wiener is the signal") = P. R. Masani, Norbert Wiener: 1894-1964, Basel / Boston / Berlin (Birkhäuser) 1990, 14

- gilt für technisches, logisches, mathematisches Wissen, das sich seit der altgriechischen Antike übermittelt, bis hin zu Wiederauflagen heute: Es steht in einem gestauchten Zeitverhältnis zur diachronen, entropischen Zeit der Historie. Nicht reduzierbar auf den reinen Akt des Lesens-als-Aktivierung (Vergegenwärtigung) wie in jedem elektrotechnischen Prozeß des Abspielens von Musik, noch faßbar als tausendjähriger historischer Abstand, herrscht hier ein elliptisches Verhältnis von Ereignis- und Aneignungspunkt: Es hat zwar den gesamten Zeitraum von 2500 Jahren durchquert, steht aber im Moment der Lektüre ganz nahe der Gegenwart

Mathematische Unmittelbarkeit, nicht als Wissenshistorie

- Zangenbewegung: einerseits Euler in seinem historischen Index beschreiben / rekonstruieren (nur so erklärt sich seine spezifische Handschrift in Manuskripten, seine Fragestellungen). Andererseits Euler, wenn er rechnet, in einem ahistorischen Zustand, den nachzuvollziehen methodisch heute heißt: seine Rechnungen selbst (nach-)rechnen. Mathematik im Vollzug setzt uns in ein gleichursprüngliches Verhältnis zu Euler; der Kern von Wissenschaft: ein historisch invarianter Zeitraum, wenglich dynamisch (im Sinne von Elektromagnetismus). Euler-als-Mathematik will unhistorisch gelesen werden, in Hinblick auf die

¹⁴⁴ Dr. Maaser / Prof. Walther (Hg.), "Handbuch Bildung", Eintrag "Mathematik", unter: "Zweige der Bildung: mathematische". Verf.: Ernst Horst <??>

unmittelbar mathematischen Fragen (also im Zeitbereich der "Gegenwartsdauer" von *mathesis*, mit Blick auf die Invarianzen oder Paravarianzen quer zur Historie).

- Eulers Berechnung der Basis der natürlichen Logarithmen (ergibt die Spirale, Konus-Muschel "Nautilus"). Ausgelegt als Manuskriptseiten mit Rechnungen und Zeichnungen in der 300. Geburtstags-Ausstellung zu Ehren Leonard Eulers im Foyer der HU Berlin April 2007, überblendet sich hier die schemenhafte historische Imagination einer Figur / Person Leonard Euler mit den hier sichtbaren Operationen unter seinem Namen, die vor allem die Suprematie der mathematischen und diagrammatischen Operation durchscheinen lassen, deren Medium / Funktion ("Autor") Euler ist. Hier aber vollzieht sich eine flache temporale Wahrnehmung "Eulers", im Unterschied zur emphatischen historischen Zeit. Auf der operativen Ebene (und nachgeordnet auch der symbolischen Maschinen, also solche Monumente von Operationen auf Papier namens Manuskript) geschieht ein anderes Zeitverhältnis, weder wissens- oder wissenschaftsgeschichtlich noch atemporal

- Entstehungszusammenhang des Brücken-Problems in Königsberg bei Euler erhellt deren spezifische Form. In welchem Verhältnis stehen hier Historie und ahistorische Symboloperation? Wieder eine doppelte Bindung, ein historisch-ahistorisches Hybrid; Genesis/Geltung-Dichotomie als Differential denken

Mathematik und historische Prozesse

- "Das Mathematische ist gekennzeichnet durch seine sog. 'Überzeitlichkeit' (mitunter wird dafür auch 'Unzeitlichkeit' oder 'Zeitlosigkeit' gesagt)."¹⁴⁵

- Zählen, so Becker, bedingt "durch die wesentliche Zeitgebundenheit des Menschen <...>. Daß etwa eine Wahlfolge Schritt für Schritt in der Zeit wird und nicht mit einem Blick in ihrer ganzen unendlichen Ausdehnung übersehen werden kann, ist eine unmittelbare Folge unserer Zeitgebundenheit" <ebd.>. Unter verkehrter Perspektive aber bedeutet dies, daß die Zeitgebundenheit des Menschen durch den Akt des Zählens überhaupt erst hervorgebracht wird (der aristotelische Ansatz).

Mathematische Analysen "historischer" Zeit (Wiener et al.)

- definiert Norbert Wiener Wissenschaft als "Erklärung von Prozessen" = ders., *Futurum Exactum*, 2002: 42. Periodogrammanalyse (gleich dem Spektrogramm) eine andere Form von Historiographie, angemessen der mikrozeitlichen Analyse von Ereignissen (Zeitreihenanalyse), "um die

¹⁴⁵ Oskar Becker, *Mathematische Existenz. Untersuchungen zur Logik und Ontologie mathematischer Phänomene*, 2. unveränd. Aufl. Tübingen (Niemeyer) 1973, 197

unregelmäßigen Veränderungen einer meßbaren Größe sichtbar zu machen (wie etwa die Lufttemperatur einer bestimmten Beobachtungstation), sowie um verborgenen Periodizitäten aufzudecken" <ebd.>. Die Periodogrammanalyse ist eine Verallgemeinerung der Fouriertransformation, also der Frequenzdarstellung (Phasenwinkel gegen die Amplitude über der jeweiligen Frequenz) des zu untersuchenden Signals, wodurch bestimmte Eigenschaften des Signals deutlicher hervortreten.¹⁴⁶ Fourieranalyse ist eine Methode, die Schwankungen über ein endliches Zeitintervall komponentenweise aufzulösen.

- "Daten hingegen, die erheblichen Außeneinflüssen unterworfen sind, müssen auf eine andere Weise verarbeitet werden" <43>; Historie ist der Name für kontextintensive, kontingenzanfällige Prozesse, so daß sich etwa ökonomische Daten in Kriegs- oder Friedensphasen anders entwickeln lassen. "Wir sind noch nicht an jenem Punkt angelangt, da der maßgebende Blick auf die menschliche Geschichte demjenigen entspricht, der für einen Beobachter von Veränderungen einer Fruchtfliegenpopulation am zweckdienlichsten ist. <...> Periodogramme, die historisch bedeutsam sind, haben ein *per se* begrenztes Auflösungsvermögen" <43>. Die "streng mathematische" Schule der Ökonomen versucht, "ausgeklügelten mathematischen Methoden innerhalb der Wirtschaftswissenschaften dieselbe Rolle zuzuweisen, die sie bereits in der Physik spielen". Doch lassen sich "die für den Menschen wichtigen Aspekte der Wirtschaft möglicherweise nicht in eine präzise mathematische Definition überführen" <ebd.> - wie Shannons Kommunikationsbegriff an der Grenze zur Semantik. Problematisch ist die Anwendung feiner mathematischer Methoden auf grobe Gegenstände (die Schule Vilfredo Paretos), also Werkzeuge der mikrophysikalischen (Medien)Analyse auf makrophysikalische ("historische") Prozesse

- hat Wissen mit Elektronik "überhaupt nichts zu tun, wohl aber mit der Kybernetik als einer Theorie stoffinvarianter Systeme" = Thiel 1967: VI - Information; Medien-Wissen(schaft) umfaßt Beides

Stochastische Ereignisanalyse mit Markov und Wiener

- gilt in Wahrscheinlichkeitstheorie als Ereignis jedes Element der Algebra eines Wahrscheinlichkeitsraumes, etwa eine bestimmte Augenzahl beim Würfelwurf. Kennzeichnend für diese axiomatische Definition eines Ereignisses, daß sie "auf eine inhaltliche Interpretation verzichtet"¹⁴⁷, ebenso wie Shannons Informationstheorie von der Semantik der infragestehenden Nachricht abzusehen vermag, und der Bibliothekar vom Inhalt der Wiener Hofbibliothek in Kapitel 100 von Musils *Mann ohne Eigenschaften*

¹⁴⁶ So definiert in der Anm. d. Übersetzers Christian Kassung, Anm. 9. ebd.

¹⁴⁷ Eintrag "Ereignis", in: Guido Walz (Red.), Lexikon der Mathematik, Bd. 2, Heidelberg / Berlin (Spektrum) 2001, 67

Ahistorizität der Mathematik? Spengler vs. Klaus

- Nachlaß Georg Klaus im Archiv der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, Fasz. N (2) Exzerpte zu "Spenglers Philosophie der Mathematik" (München, Beck 1920, 79-131); Quelltexte u. a.: Weyl, handschriftlich Zitat Spengler S. 103 "was eine unbestimmte Zahl a und was eine unbenannte Zahl 3 ist ... hätte ein Grieche gar nicht angeben können ..."; Anm. Klaus: "Falsch! 1. Eukl. Abstraktionen von sinnl. Ansch. gehen *viel* weiter 2. Gleichungslehre d. Seleuxxxxzeit; Klaus' Frage: "Warum war Algebra ungreichisch? Und Diophant also kein Grieche mehr?"

- "Algebra - Kaufleute - demokratisch - blieb praktisch
Geom. - Adel - aristokr. - Euklid"

- Zitat Spengler S. 118: "Geometrie heißt die Kunst des Messens, Arithmetik die des Zählens." Kommentar Klaus: "Eigengesetzl. des Mathem.! Aber $\sqrt{\quad}$ und Rezeption!! im Griechischen"

- Zitat Spengler S. 124: "Und so sammelt sich <...> der ganze Gehalt des abendländischen Denkens in einem klassischen Problem ... Es handelt sich um die Theorie des Grenzwertes ... Dieser Grenzwert ist das strengste Gegenteil des antiken ..."

- weiter Typoskript, 19 ff.; Kl.: "Selbstverständlich ist die antike Mathematik eine andere wie die abendländische. Sie ist die Mathematik der Konstanten, im Gegensatz zu der Mathematik der Veränderlichen."

- Sp.: "Die Funktion ist nichts weniger als die Erweiterung irgend eines vorhandenen Zahlenbegriffs, sie ist deren völlige Überwindung. <...>"

- Kl.: "Übergang von der Zahl zur Funktion ist Übergang von der Metaphysik zur Dialektik. Die Funktion sieht die Zahl in ihrem Zusammenhang, in ihrer Veränderung und betrachtet sie nicht als starre isolierte Größe. Kontinuum!"

Kritik der "Wissensgeschichte" (Mathematik / *mathesis*)

- Nachdenken darüber, wie und ob rechnende Technologien optimal im Modell Geschichte oder in anderen Zeitverhältnissen geschrieben werden

- paradox, daß im Namen von Wissensgeschichte (wie es ja neomodisch oder wirklich neu jetzt heißt) einerseits die Historizität aller Wissensformen behauptet wird, andererseits aber die Mathematik (und die Elektrophysik und Logik von Mediensystemen) prinzipiell ahistorische Gültigkeit, also eine Invarianz gegenüber dem Historismus beansprucht oder besser praktiziert. Immerhin gelten die Sätze des Pythagoras auch heute noch, nur daß sie komplexer geworden sind. Ist also der historiographische Diskurs der falsche Weg, das Gedächtnis von Mathematik zu beschreiben? Oder sind Mathematik und medientechnische Gesetze in einer Art double-bind, d. h. einerseits mit einem klar datierbaren historischen Index

versehen (Zeitpunkte der Entdeckung von Verhältnissen, womit wir wieder bei Euler z. B. wären), die aber andererseits - in einem ahistorischen Raum - latent immer schon am Werk waren (oder sein werden, noch der analytischen Durchdringung harrend). Gilt auch für die Turing-Maschine: Sie ist jeweils in diskreten Zuständen, also nicht in der Zeit; andererseits ist erst ihr zeitlicher Vollzug die Differenz von Computer als Denkmodell und Computer als Handlung

- inwiefern ist Satz des Pythagoras $a(\text{Quadrat}) + b(\text{Quadrat}) = c(\text{Quadrat})$ in seinem Wissen invariant gegenüber wandelnden (kultur)historischen Diskursen? Manifestiert in anderen Medien bei Pythagoras (Mathematik als Geometrie, mit Zirkel und Lineal), gilt er gleichursprünglich dennoch auch in der Arithmetik. Die damit verbundene Aussage ist nicht des Menschen, sondern stellt ihn immer wieder in dieses nicht-historische Wissen; gilt bedingt auch für technomathematische Medien

- Gegenstände der Mathematik idealisierte Gegenstände *im Vollzug*? Pythagoras' Monochord: am dynamischen Objekt erworbene These "Alles ist Zahl"

- Platon (*alias* Sokrates an Glaukon): Mathematiker, Geometriker behandeln Kreis und Linie wie gegeben; reden aber gar nicht über die tatsächliche Linie, sondern die dahinter gedachte; Kritik des Antikythera-Mechanismus?

- Ahistorizität: Idee der Widerspruchsfreiheit (semantisch wie syntaktisch) als notwendige Bedingung des Wissens; Logik; Wissen der Mathematik an Voraussetzungen gebunden - historische oder Axiome?

- Turingmaschine zwar "historisch" erfunden, aber als mathematischer Gegenstand entdeckt, d. i. immer schon enthalten im Mengenuniversum

- fallen Erfinden und Entdecken in Mathematik zusammen: immer schon eine Existenzaussage

- trennt Mathematik strikt zwischen Erfindungs- und Begründungszusammenhang; vergißt Erfindungszusammenhang, weil die Modelle in völlig diversen Zusammenhängen funktionieren

- Mathematik pflegt Ahistorizität; Wissen um Erfindungszusammenhang wirkt hinderlich hinsichtlich der freien Übertragbarkeit auf andere Zusammenhänge

- von-Neumann-Architektur des Computers schleppt zwar Berechenbarkeit Zündmechanismus der Wasserstoffbombe mit sich, aber generalisierbar auf alle (hydro-)dynamischen Prozesse

- Bourbaki-Schule: abstrakt, losgelöst von lebensweltlichen Bezügen; siehe Georges Perec, Hörspiel *Die Maschine*

- werden historische Entstehungsbezüge zum Ballast, wenn nicht pädagogisch Mathematik unterrichtet wird, sondern Mathematik in Technik zum Einsatz kommen will; auf operativer Ebene wird sie ahistorisch. Mathematik trifft keine Existenzaussagen, sondern nur "wenn-dann"-Folgen, unabhängig von Wahrheitscharakter der Prämisse (Gerald Wildgruber). Die Reinheit einer Welt des logischen Schlusses; die *Untrennbarkeit* von Physis und Zahl (Martin Carlé). Nicht die Kontingenzen der Entdeckungsverhältnisse *zählen* in der techno-mathematischen Operativität (die historische Zeit des "Kontextes"), sondern eine andere Zeitlichkeit: Operativität, Dynamik

- konkret technischer Medienzusammenhang *entbirgt* ein Wissen im Sinne von Heideggers Technikdefinition: "Technology is not primarily a way of making of doing things, but a way of revealing things that precedes the making."¹⁴⁸ The "essence of Technik is by no means anything technological" (QT, 9/4); it is rather *Gestell* / "framework"

- Lamdka-Kalkül hat noch Rest von Konkretheit (Funktionen); demgegenüber Turing-Maschine abstrakter: reine Symbole

Medienarché (am Beispiel digitaler Datenprozessierung)

- meidet Medienarchäologie als Methode und als Wissen um Genealogien von Technik in der Zeit den Streit um Erfinderprioritäten. Als Joseph-Marie Jacquard 1805 den Prototyp seiner lochkartengesteuerten Webmaschine vorstellte, ging ihm schon Jean Baptiste Falcon voraus, der 1728 einen von Holzbrettchen mit Lochkartenkombination automatisch gesteuerten Webstuhl erbaute. "Von Interesse ist <...> das genaue Gegenteil von Originalität, der Informationsfluß, der und den die Erfindung regiert."¹⁴⁹ Als Jacquard 1804 ans Conservatoire des Arts et des Métiers berufen wurden, um dort die Apparatur von Vaucanson zu restaurieren, wurde dies "zur direkten Instruktion für die <...> eigene Konstruktion" <ebd.>. Die Lochkarte selbst aber stellt eine Herausforderung an das historisierende Zeitverständnis dar. Abwesenheit ist hier nicht vergangene Gegenwart, sondern das gestanzte Loch im Speichermedium der Karte vermag gerade deshalb gegenwärtig operativ zu werden, weil es den elektrischen Kontakt durchläßt und damit den Stromkreis schließt. "Der Begriff der gesammelten Energie tritt in den Hintergrund, der eines fixierbaren und reproduktionsfähigen Vorganges in den Vordergrund" = "Die Lochkarte als Träger des Hollerith-Verfahrens", in: Festschrift zur 25-Jahrfeier der Deutschen Hollerith Maschinen Gesellschaft (Berlin, November 1935), 83-90 (84); werden aus Maschinen informationsverarbeitende Medien, die unter der Hand eine Alternative zum gedächtnisarchivischen Begriff vergangener Zeit ausbilden

¹⁴⁸ Inwood: Heidegger Dictionary 1999: 209

¹⁴⁹ Bernhard J. Dotzler, Zeichen in Eigenregie. Über die Welt der Maschine als symbolische Welt, in: Michael Franz / Wolfgang Schäffner / Bernhard Siegert / Robert Stockhammer (Hg.), Electric Laokoon. Zeichen und Medien, von der Lochkarte zur Grammatologie, Berlin (Akademie) 2007, 291-312 (297f)

- zeitigen nicht geschichtliche Kontinuität, sondern Kurzschlüsse und Sprünge innerhalb zeitlicher Epochen neue Medienzustände. Diese Nonlinearität entspringt der Eigenlogik von Technologien, die in diskreten Zuständen fortschreitet und die ihnen gegenübergestellten menschlichen Subjekte dazu verlockt, sich wissend dazu zu verhalten. Es sind solche technologischen Eigenzeitlichkeiten "which perhaps insensibly direct or govern the minds of those who improve it without being immediately able to state the reasons on which such choice is founded"¹⁵⁰. Heinrich Hertz zufolge "müssen wir hinter den Dingen, welche wir sehen" - also durchaus im medienarchäologischen Sinne - "noch andere, unsichtbare Dinge vermuten, hinter den Schranken unserer Sinne noch heimliche Mitspieler suchen"¹⁵¹; diese Dinge suchen sich Menschen oder Maschinen zu ihrer Verwirklichung. Dies gilt ebenso für symbolische Maschinen als Notation. Jacques Lacan kommentiert sowohl *den* historischen Moment (das 16. Jahrhundert) und *das* Momentum, als in der Geometrie das Symbol $\sqrt{2}$ erschien: "Von dem Moment an, wo ein Teil der symbolischen Welt auftaucht, erzeugt er <...> seine eigene Vergangenheit."¹⁵² Im mathematischen Wurzelzeichen äußert sich eine ganz und gar unzeitliche *arché*; Foucault aber forderte programmatisch, "den Zufall, das Diskontinuierliche und die Materialität in die Wurzel des Denkens einzulassen" = Michel Foucault, Die Ordnung des Diskurses. Inauguralvorlesung am Collège de France 2. Dez. 1970, Frankfurt a. M. / Berlin / Wien (Ullstein) 1977, 41

- von Charles Babbage entworfenen Analytical Engine (1842) als Beginn der Gegenwart der heute vertrauten Computerwelten. Ada Lovelace kommentierte in Form von Anmerkungen ihre Übersetzung von L. F. Manabreas Beschreibung dieser Rechenmaschine.¹⁵³ Ein *wissensgeschichtliches* Modell, so Lady Lovelaces glasklares medienarchäologisches Gespür, vermag den eklatanten epistemologischen Bruch zwischen Babbages Difference Engine und der nachfolgenden Analytical Engine nicht zu fassen. Zwar sei es "generally supposed that the Difference Engine, after it had been completed up to a certain point, *suggested* the idea of the Analytical Engine", und augenscheinlich "two inventions, similar in their nature and objects, succeed each other closely in order of *time*", doch "nevertheless the ideas which led to the Analytical Engine occurred in a manner wholly independent of any that were

¹⁵⁰ Charles Babbage, Artikel "Notation", in: The Edinburgh Encyclopaedia, hg. v. David Brewster u. a., Edinburgh 1830ff, Bd. 15, 394-399 (397), hier zitiert nach Dotzler 2007: 307

¹⁵¹ Heinrich Hertz, Die Prinzipien der Mechanik, in: Gesammelte Werke von Heinrich Hertz, hg. v. Hans R. Wohlwend, Vadz (Sändig Reprint) 1984, Bd. 3, 30

¹⁵² Jacques Lacan, Das Seminar, Buch II: Das Ich in der Theorie Freuds und in der Technik der Psychoanalyse, hg. v. Norbert Haas / Hans-Joachim Metzger, übers. v. Hans-Joachim Metzger, Weinheim / Berlin 1991, 29

¹⁵³ L. F. Menabrea, Sketch of the Analytical Engine invented by Charles Babbage, ins Englische übers. u. mit Fußnoten versehen durch Ada Lovelace, Wiederabdruck in: B. V. Bowden (Hg.), Faster Than Thought. A Symposium on Digital Computing Machines [London 1953]; Paperback-Ausgabe 1971, Appendix I, 341-362, und Ada Lovelace, Notes by the Translator (Note A), in: Bowden (Hg.) 1971: 362-373 (369)

connected with Difference Engine" <a.a.O., 371>. Technischen Konfigurationen eignet eine zeitliche Wissenslogik, die dem menschlichen Begreifen zuweilen vorausseilt. *Der* historische Moment und *das* medienarchäologische Momentum bilden ein *double-bind* als Modell der vorliegenden Analyse. Erst beim 1961er Nachbau von Konrad Zuses Rechner Z3, der im Bombenkrieg über Berlin zerstört worden war, kam zu Bewußtsein, daß seine logische Grundarchitektur eine große Ähnlichkeit zu anderen, ihm unbekanntem Rechnerarchitektur aufweist.¹⁵⁴ Das medienhistorische, gegenseitige Ideenübertagung privilegierende Modell versagt hier. Achten wir also weniger auf historischen Ursprünge denn auf epistemologische Möglichkeitsbedingungen. Die *arché* im Begriff der Medienarchäologie oszilliert zwischen einem zeitlich-anfänglichen und einem funktional-archaischen Sinn. Beide Betrachtungsweisen sind sowohl gegenseitig ausdifferenzierbar also auch integrierbar. Die Gegenwart begründet hier die Vergangenheit. "Der Historiker geht von den Anfängen aus und auf die Gegenwart zu, so daß die heutige Wissenschaft immer bis zu einem gewissen Grad schon in der Vergangenheit angekündigt ist. Der Epistemologe geht vom Aktuellen aus und auf seine Anfänge zurück <...>."¹⁵⁵ So sehen wir auch in aktuellen Computerarchitekturen all ihre Vorgänger aufgehoben. Der zeitliche Index daran ist nicht die Historie, sondern die negative oder positive Rückkopplung (oder gar Resonanz) eines techno-logischer Sachverhalt mit einer vorherigen epistemologischen Epochen.

Zahlen und Maschinen

- Als Kantorovic in Leningrad sich mit der Programmierung digitaler Rechner befaßt, identifiziert er genau diese Asymmetrie: "For my opinion the difference between the existing machine language and the descriptive mathematical one (algorithmic) was the biggest disadvantage of programming. Mathematics uses integrated operations and various notions but the machine program needs the standard operations with simple numbers" = zitiert nach: Pospelov / Fet, in: Nitousov et al. (Hg.), Computing in Russia, xxx

- oszilliert jede Archäologie des Computers und seiner Programmierung zwischen den Polen Mathematisierung der Maschinen und Mechanisierung der Mathematik, wobei Medienarchäologie vorschnellen Analogien¹⁵⁶ den Hinweis auf die Differenzen gegenüberstelt, denn im Unterschied etwa zur universalen diskreten Maschine namens Computer vermag die *ars*

¹⁵⁴ Horst Zuse, Konrad Zuses Z3, in: Wilhelm Mons / ders. / Roland Vollmar, Konrad Zuse, Ernst Freiburger-Stiftung 2005; hier zitiert nach dem im Zuse-Museum von Hünfeld erhältlichen Sonderdruck, 43

¹⁵⁵ Georges Canguilhem, Wissenschaftsgeschichte und Epistemologie, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1979, 12

¹⁵⁶ Siehe etwa Neil Rhodes / Jonathan Sawday (eds.), The Renaissance computer: knowledge technology in the first age of print, London / New York (Routledge) 2000, here: Introduction: Paperworlds. Imagining the Renaissance Computer, 1-17

combinatoria des Barockzeitalters - die mathematische Bedingung für das, was in der KI-Forschung später *Reflexion* ermöglicht <Günther 1963: 158> - nicht selbständig zu rechnen, schon gar nicht zwischenzuspeichern oder zu programmieren. Die Kopplung von Maschine und Mathematik gilt hier noch nicht im Sinne der Mathematisierung der Maschine, sondern erst als Maschinisierung der Mathematik. Max Bense sprach von "mathematischen Maschinen" als Denkmaschinen <zitiert in Günther 1963: 20>, und das heißt Automatisierung der Mathematik im Unterschied zur Mathematisierung der Automaten: "Es gehörte zur (in *Sein und Zeit* zurecht gerühmten) Verlässlichkeit von Hämmern, sich nicht unter der Hand in Sägen oder Bohrer zu verwandeln. Selbst jene ebenso seltenen wie zukunftssträchtigen Werkzeuge, in denen sich die Unberechenbarkeit aller Zukunft materialisierte, hatten wenigstens darin verlässlich zu sein, daß sie - wie etwa im Fall des Würfels - nicht mit allzu ungleichen Wahrscheinlichkeiten auf ihre sechs Seitenflächen fielen. Für all diese Verlässlichkeiten bürgte jeweils ein Material, dessen Formbeständigkeit alle Bewegungen auf die einer elementaren Mechanik beschränkte.¹⁵⁷ Marmor, Stein und Eisen hieß es einst im deutschen Schlager, der die deutsche Panzer- und/oder Kfz-Produktion ja weiterhin beherrscht. Sicher, schon diese Mechanik reichte im Glücksfall hin, um einfache Rechenregeln oder Algorithmen zu implementieren. Die Vier-Spezies-Maschine, die der junge Leibniz einer staunenden Royal Society präsentierte, setzte das indisch-arabische Stellenwertsystem der Ziffern bekanntlich in eine Hardware aus dekadischen Zahnrädern um, die das Geschäft der vier Grundrechenarten erstmals automatisierte"; Sybille Krämer, *Symbolische Maschinen: die Idee der Formalisierung in geschichtlichem Abriß*. Darmstadt 1988, und Bernhard Dotzler, *Papiermaschinen: Versuch über Communication & Control in Literatur und Technik*. Berlin 1996. "Aber was dabei an Ziffern und Überträgen von Zahlrad zu Zahnrad rieselte, war lediglich ein Kalkül und noch kein Programm, das aus eigener Kraft Kalküle hätte starten, kontrollieren und wieder beenden können. Historisch begann Programmierbarkeit, so sie denn von Kalkülisierung unterschieden werden darf, wohl erst zu jener Zeit, als die Technologie von Werkzeugen zu Maschinen übergang, anstelle der Einzelstückherstellung also die standardisierte Massenproduktion trat. Nachdem amerikanische Waffenfabriken schon im Bürgerkrieg Gewehre ausgeliefert hatten, deren Teile und Munitionen untereinander beliebig austauschbar waren, trieb der Erste Weltkrieg die Austauschbarkeit soweit, daß die Einzelteile des einschlägig bekannten Maschinengewehrs 08/15 auch in Fahrrad- oder Schreibmaschinenfabriken hergestellt werden konnten.¹⁵⁸ Erst solche wahrhaft modularen Systeme, wie Babbage wohl als erster sie für seine Protocomputer gefordert hatte,¹⁵⁹ dürften eine zumindest in Grenzen programmierbare Hardware möglich gemacht haben. Ein gutes Beispiel, das ich dem Informatiker Michael Conrad entnehme, wäre etwa das

¹⁵⁷ Vgl. Hans-Dieter Bahr, *Tropisches Denken. Entwürfe phänomenologischer Landschaften*. Wien 1994, S. 34 f.

¹⁵⁸ Vgl. demnächst Peter Berz, *08/15. Ein Standard des 20. Jahrhunderts. Diss. masch.* Berlin 1997.

¹⁵⁹ Vgl. Anthony F. Hyman, *Charles Babbage, 1791-1871. Philosoph, Mathematiker, Computerpionier*. Stuttgart 1987.

Kombinationsschloß, weil es im Unterschied zur Vier-Spezies-Maschine mit einer kombinatorischen Explosion von Möglichkeiten auf seine Umweltbedingungen reagiert. Ein solches Schloß jedoch, obwohl es im Wortsinn der Informatik durchaus "einen endlichen Automaten" darstellt, "läßt sich" bei aller Modularität doch "nicht in eine Menge elementarer Komponenten zerlegen, die rekonfiguriert werden könnten, um ein beliebiges physikalisches System zu simulieren. Das Kombinationsschloß ist folgerichtig nicht strukturell programmierbar und effektiv programmierbar nur in dem eingeschränkten Sinn, daß sich sein Zustand für eine begrenzte Klasse von Verhaltensweisen einstellen läßt." Niemand käme folglich auf den Gedanken, Kombinationsschlössern oder Vier-Spezies-Maschinen die Errechnung jener physikalisch sehr wohl begrenzten Klasse von Verhaltensweisen anzuvertrauen, die da Wetter heißt. Demgegenüber "ist ein digitaler Computer, der zur Simulation eines Kombinationsschlusses benutzt wird, strukturell programmierbar, weil dieses Verhalten durch Synthese aus einer kanonischen Menge elementarer Schaltgatter erreicht wird"¹⁶⁰ und, wie anzufügen wäre, genausogut das Wetter simulieren könnte."¹⁶¹

- "The *logic of engineering* is one aspect of technical logic and another one *is the engineering of logic* that is *logical modelling* or the building of logical machines."¹⁶²

- In Kapitel "Ein semantischer Rechner" greift Dirk Baecker¹⁶³ auf das Verständnis von "Rechnung" in der von-Neumann-Architektur des Digitalcomputers zurück: "Operationen zu beschreiben, die auf ihre eigenen Resultate zurückgreifen und in diesem Sinne Operator und Operand zugleich sein können" <173>

- traf das Vorwort von Gotthard Günthers Publikation *Das Bewußtsein der Maschinen. Eine Metaphysik der Kybernetik* (Krefeld / Baden-Baden: Agis, 1. Aufl. 1958, 2. Aufl. 1963) auf die erbitterte Widerrede des ostdeutschen Kybernetikers Georg Klaus: "This attack was prompted by the fact that the second edition of *Das Bewusstsein der Maschinen* contained an added chapter on dialectic materialism in which the author of this Proposal suggested that it should be possible to test the validity of the dialectic theory by translating it into a formal algorithm of mathematical logic. Both Marxist authors insisted that this was not only contrary to the spirit of Marxism and Leninism but also technically impossible; because, according to Hegel, dialectic theory is not capable of formalization."¹⁶⁴

¹⁶⁰ **Michael Conrad, *The Prize of Programmability*. In: Rolf Herken (Hrsg.), *The Universal Turing Machine. A Half-Century Survey*. Hamburg-Berlin 1988, S. 289.**

¹⁶¹ Friedrich Kittler, Hardware, das unbekannte Wesen, in: Lab. Jahrbuch 1996/97 für Künste und Apparate, hg. Kunsthochschule für Medien Köln, Köln 1997 (Walther König), 348-363

¹⁶² Gellius N. Povarov, Logic, automation and computing (in diesem Band)

¹⁶³ Dirk Baecker, Wozu Kultur?, Berlin (Kadmos) 2000, 172ff

¹⁶⁴ Aus dem Typoskript: PROPOSED: To develop a mathematical calculus of dialectics to anticipate recent Marxist intentions in this field since they are aiming at new technical designs in Cybernetics, in: Nachlaß Gotthard

- gemeinsam mit Heinz von Foerster - an der Universität von Illinois (und teilweise auch wieder in Hamburg) sein Modell einer mehrwertigen Logik lehrender Günther: "It is obvious that as long as dialectics cannot be translated into a rigorous logical and mathematical calculus, it is liable to be misused for scientifically uncontrollable political goals" <ebd., Bl. 7>.

- "Es ist interessant zu beobachten, wie unter dem Einfluß kybernetischer Theorien der Westen scheinbar 'materialistischer' und der Osten "idealistischer" wird. Wer heute Publikationen russischer Kybernetiker liest, ist überrascht, mit welcher Leidenschaft der dialektische Materialismus darauf besteht, daß der Mensch der Maschine prinzipiell überlegen ist."¹⁶⁵

Mathematik und Ökonomie

- Während 1936 Alan Turing die Idee des Algorithmus in den Begriff der Maschine kleidet, wählt im selben Jahr Emil Post dafür die Metapher der Fließbandarbeit und enthüllt somit die Zeitgebundenheit formalistischer Mathematik (ein Mathematiker)

- Leonid Vitaljevich Kantorovichs Konzept der linearen Programmierung aus dem Kontext der Produktions-Automation in Fabrikabläufen heraus entwickelt¹⁶⁶

- genuin historische Fragestellung von einer rein mathematikinternen Rekonstruktion von Rechenmaschinendenken nicht zu leisten. Gehen politischer Totalitarismus und die maschinelle Option „Nothing must be left to chance“ (Wassén 1951) Hand in Hand? Auf das Zusammengehen von Kybernetik und Staatsmaschinerie hat Ernst Kapp bereits 1877 hingewiesen¹⁶⁷; in totalitären, d. h. Planungsgesellschaften werden politische Probleme vor allem unter den Begriffen Information und Observation subsumiert. Die Essenz der despotischen Regime ist daher das Archiv, dessen Ideal die komplett gespeicherte Information ist (Peter Berz)

- Im Kontext der Rationalisierungsideologie der Moderne untersuchen, wie etwa der russische Gelehrte E. I. Samurin unter dem Stichwort „Klassifikation“ die Hardware von Rechenmaschinen und Bibliotheken

Günther an der Staatsbibliothek (Preußischer Kulturbesitz) Berlin, Mappe 471, Bl. 1; Reproduktion dieses Dokuments im *Archiv*-Teil des vorliegenden Bandes.

¹⁶⁵ Günther 1963: 16, unter Bezug auf: Todor Pavlov, *Automats, Life and Consciousness*, Moskau 1963; entsprechende russische Texte wurden durch den Joint Publications Research Service ins Amerikanische übersetzt (wie umgekehrt in Moskau).

¹⁶⁶ Dazu der Beitrag von D. A. Pospelov und J. I. Fet in diesem Band.

¹⁶⁷ Ernst Kapp, *Grundlinien einer Philosophie der Technik. Zur Entstehungsgeschichte der Cultur aus neuen Gesichtspunkten*, Braunschweig (Westermann) 1877, 342

korrelieren konnte.¹⁶⁸ Bereits 1832 - in einer Zeit, als Mechanik noch zur angewandten Mathematik zählte - verkündete Semen Nikolajevich Korsakov aus der Statistik-Abteilung des russischen Polizei-Ministeriums unabhängig von Charles Babbage in England seine Maschine „zum Vergleich von Ideen“, eine Lochkartenbasierte Apparatur zum Datenabgleich.¹⁶⁹ Hier gilt es die Spezifik des russischen Kontextes herauszuarbeiten - als epistemologisches Dispositiv wie als konkretes Vorkommnis. Die Umstellung von Zivil- auf Kriegsproduktion 1914 und die abrupte Abwanderung der Odhner-Rechenmaschinenproduktion von Rußland nach Schweden infolge der Oktoberrevolution markiert ein solches Eingreifen der Ereignishistorie in die Entwicklung des Apparats.¹⁷⁰ Einen Weltkrieg später hatte S. A. Lebedev in Moskaus die Entwicklung eines Computers auf der Basis binärer Arithmetik begonnen, wurde aber 1941 durch den russischen Kriegseintritt unterbrochen¹⁷¹

- Stichwort Kybernetik: Als Regelungstechnik entwickelt in den Bell Labs der USA im Zuge der Optimierung von ballistischen Feuerleittechniken im Zweiten Weltkrieg (Claude Shannon, Nyquist, Norbert Wiener), gerät der Begriff allmählich in den Rückzug (bis zur verkleideten Wiedergeburt im Begriff des *cyberspace*); dagegen wurde er in den Ostblockstaaten mit der ideologischen Option einer Modellierung der Gesellschaft verbunden. Dies führte zu einer Entkopplung von Informatik und praktischer Ingenieurskunst. Erst in den späten 50er Jahren "the engineering of logic is joining the artificial intelligence"¹⁷²

- *parallel computing*; Experimenten wie dem tri-, nicht binären Rechner SETUN von Nikolaj P. Brusentsov, der an Gotthard Günthers Plädoyer für eine mehrwertige Logik erinnert: „The basic feature of the ternary logic is its better correspondence to our human logic“¹⁷³ und basiert auf den logischen Studien von Aristoteles, der den Begriff der Leerstelle als abstrakte Variable eingeführt hat

- in Quantenphysik Mischzustände: Systeme, die sich sowohl in einem als auch in einem anderen Zustand befinden. Gegenüber der binären Verschlüsselung von Information in Bits lassen sich zwei Photonen "in wohlbestimmter Weise" (Stoll) miteinander verknüpfen und durch die Manipulation eines derselben das System in vier Endzustände versetzen. Drei davon sind mit vorhandenen Meßinstrumenten unterscheidbar, so daß neben 0 und 1 auch der Zustand 2 übertragbar ist - ein *Trit*¹⁷⁴

¹⁶⁸ E. I. Samurin, Geschichte der bibliothekarisch-bibliographischen Klassifikation, Leipzig (VEB Bibliographisches Institut) 1964 u. München-Pullach (Verlag Dokumentation) 1968

¹⁶⁹ Dazu der Beitrag von Gellius N. Povarov in diesem Band

¹⁷⁰ Siehe Henry Wassén: The Odhner History. An Illustrated Chronicle of „A Machine to Count on“, Gothenburg 1951, 43

¹⁷¹ Dazu Igon A. Apokin, Electronic computers (in diesem Band)

¹⁷² G. N. Povarov, Logic, automation and computing (in diesem Band)

¹⁷³ N. P. Brusentsov, zitiert im Artikel von B. N. Malinovsky / ders., Nikolaj P. Brusentsov and his computer SETUN (in diesem Band)

- Claude E. Shannon, der 1953 an die dreiwertige Logik als alternative Option von *computing* gemahnt: "Ein interessanter Aspekt des Relais-Schaltkreis-Analysators ist seine Fähigkeit, direkt logische Schaltkreise in Ausdrücken einer dreiwertigen Logik zu behandeln. Techniken, die die leichte Handhabung einer solchen Logik auf dem Papier erlauben, wären außerordentlich interessant, da sie unmittelbar auf den Entwurf ökonomischer Schaltkreise anwendbar wären. Selbst wenn solche Techniken noch nicht entwickelt wurden, können Maschinen wie die hier beschriebene in Verbindung mit dreiwertigen Problemen von großem Wert sein."¹⁷⁵

- sowjetrussische Computerentwicklung nicht nur an militärische, sondern infrastrukturelle Nutzung gekoppelt – vornehmlich im Kontext des Versorgungsnetzes für elektrischen Strom¹⁷⁶, erinnernd an Lenins Devise: elektrischer Strom plus Sowjets = Kommunismus. An dieser Stelle kreuzen sich energetische und informatische Nutzung des elektrischen Impulses

- publiziert Leonid Vitaljevic Kantorovic 1939 sein Buch über mathematische Methoden der Planung und Organisation industrieller Produktion und entwickelt darin erstmals die Konzeption, Theorie und Algorithmik von linearer Programmierung¹⁷⁷

- Applikationen in Ökonomie und anderer ziviler Nutzung ist es, die nach alphabetischen Input-Output-Möglichkeiten des Rechners verlangt und entsprechende Echtzeitkontroll-Interfaces generiert <Apokin, ebd.>. Programmieren verlangt nach visueller Kontrolle (Computer MIR-2), und am Ende steht die Entwicklung von *computer-aided-design* für Computer selbst <ebd.>. Damit löst sich die Maschine vom Menschen: "The computing system *Auto-operator*, produced in 1962, was the pioneer project in the field of industrial technology automatic control. It was a digital direct-control system without intermediate transformation of the discrete- into analogous signals." <ebd.>

ARIFMOMETR. Eine Archäologie des russischen Computerdenkens

¹⁷⁴ Vortrag "Quantum Dense Coding" von Anton Zeilinger auf der 15. Internationalen Konferenz für Atomphysik; dazu der Bericht von Rainer Stoll, "Trits" statt Bits erhöhen Übertragungsrate, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung v. 21. August 1996

¹⁷⁵ Claude E. Shannon / Edward F. Moore, Eine Maschine, die beim Entwurf von Schaltkreisen behilflich ist. Original erschienen in: Proceedings Institute of Radio Engineers (IRE) Bd. 41 (1953), 1348-1351; dt. Übers. in: Claude E. Shannon, Ein / Aus. Ausgewählte Schriften zur Kommunikations- und Nachrichtentheorie, hg. v. Friedrich Kittler, Peter Berz, David Hauptmann u. Axel Roch, Berlin (Brinkmann & Bose) 2000, 299-310 (310)

¹⁷⁶ Dazu der Beitrag von Igor A. Apokin, Electronic computers (in diesem Band), am Beispiel von Isaak Bruk 1950

¹⁷⁷ Dazu der Beitrag von D. A. Pospelov und J. I. Fet in diesem Band, unter Verweis auf parallele, Kantorovic unbekannte Arbeiten im Westen (Tjalling Koopmans, George Dantzing u. a.)

- der spezifisch russischen Phonetik folgende Schreibweise der 1821 von Charles Xavier Thomas in Paris demonstrierten Rechenmaschine *Arithmometer* weist auf den von den westorientierten Computergeschichten abweichenden Akzent

- eine Anamnese; Professor für Informationssicherheit am Moskauer Institut für Ingenieurwesen und Physik, Wladimir Gerassimenko: „Ich bin der Meinung, daß uns die Millenniumbombe von den Amerikanern untergeschoben wurde. Das war in den siebziger Jahren, als die Sowjetunion dazu gezwungen war, ihre eigene Computerentwicklung zu stoppen, und dafür den IBM-360-Standard übernahm.“¹⁷⁸

- entwickelt Brus Computer mit dreistelliger Logik: -1, 0, 1; Burtsev entwickelt *local network*, Vorform des Internet

- beschließen 1969 Ostblock-Regierungen (auch DDR) Programm über Kooperation. Grundlage IBM 360 System. ESER-Linie lief nach 1990 noch in Beständen der NVA, alte StaSi-Bänder nicht lesbar. Eine erst 10 Jahre alte Technik ist schon "antik" i. S. von: dis-kontinuierlich vom Lesevermögen der Gegenwart

Computerhistoriographie: Die Archivlage

- (wie) läßt sich die Genealogie des russischen Computers nicht als Geschichte, sondern als Medienarchäologie schreiben? historische Suche nach dem Ursprung des elektronischen Computers, die sich in adverbialen Zeigern wie „bereits“, „schon“, „erstmal“ verrät, führt in ein kompetitives Labyrinth; einem Diktum Walter Benjamins (*Berliner Kindheit*) zufolge gilt es, sich dort verirren zu lernen, denn „often the (almost) simultaneous but independent creation of the principally new technical facility in different countries (places) is a natural event“¹⁷⁹, läßt sich also nicht als kausale Kette, sondern als topographische Struktur abbilden, als Karte vielmehr denn in Formen der linearen Geschichtsschreibung. "Die neuen Medien lassen nur noch eine Geschichte erzählen - die ihrer selbst.“¹⁸⁰ Bleibt nur die Option einer *computer history in its own medium*?

Das Museum: Bletchley Park

- steht weltkriegs(mit)entscheidende *Government Code and Cypher School* im britischen Bletchley Park, Buckinghamshire, in der heutigen Rekonstruktion vor einem Dilemma der Darstellbarkeit. Wie läßt sich die deutsche Chiffriermaschine *Enigma* anschaulich ausstellen <vgl. auch

¹⁷⁸ Nick Poluektov / Tom Sperlich, Rußlands Computer gehen nicht anders. Das Jahr-2000-Problem in Rußland, in: NZZ <1999>

¹⁷⁹ Igor A. Apokin, Electronic computers, im vorliegenden Band

¹⁸⁰ Norbert Bolz / Friedrich A. Kittler / Christoph Tholen (Hrsgs.), Computer als Medium, München (Fink) 199xxx, 11 (Einleitung)

Memorial Caen>, deren *code-breaking* Gegenmaschine das Vorbild jener Computer darstellt, die ihrerseits heute Museen in virtuelle Räume verwandeln <Beispiel ENIAC>?

- "<...> a specimen Enigma machine could form the centre-piece of the <museum> display. But to emphasize the artefact in this rather obvious way would demonstrate precisely the technological bias that I am arguing against. The significance of Ultra (the code-name given to the material derived from breaking Enigma cyphers) was much more than this <...>."¹⁸¹
Es gehe vielmehr um die Ausstellung des Zusammenhangs von Forschung und Politik. Zwischen Dokument und Monument wurde Colossus rekonstruiert, und weitere, archivierte, unentzifferte Enigma-Botschaften entschlüsselt

- Sammlungsdirektors Walter Rathjen vom Deutschen Museum in München: "Alles rein in die Datenbanken und dann weltweit vernetzen. Da sehen Sie als Museumsmann keinen rechten Sinn drin."

Kommando- und Kontrollstrukturen (E-Kraftwerk Vockerode)

- Kraftwerk Vockerode: Betätigungs und Überwachungstafeln sowie Pulte ermöglichten eine ständige Kontrolle, sowie die Fernbedienung durch regeln, einschalten, ausschalten und parallelschalten (synchronisieren). Die Vielzahl der anzeigenden Meßinstrumente für Spannung, Strom, und Leistung ließen den elektrischen Leistungsfluß und die Betriebszustände erkennen. Manuelle halbstündliche - und stündlichen Aufschreibungen <!> wurden durch registrierende - und schreibende Meßgeräte ergänzt. Optische - und akustische Signale für Auge und Ohr waren Hilfsmittel zur Überwachung¹⁸²

- zwischen symbolischem (Schrift) und optischem (Signale) Kontrollregime. Information entsteht hier immer erst aus dem Unfall:
Ein weiterer wichtiger Grund war, die Versorgungszuverlässigkeit des Kraftwerkes so zu sichern, daß Störfälle möglichst immer beherrschbar waren" = ebd., 38; Khetagorov, Aufsatz „Reliability“ in *Lab*

- hatte Belegschaft des Bereiches Elektrotechnik zusätzlich zu der einheitlichen Kraftwerkssprache und den kraftwerkstypischen Bezeichnungen eine eigene Kommandosprache- und Kommandoführung. Dies klingt militärisch, ist aber vergleichbar. Ein Schaltbefehl bzw. ein Schaltkommando, inhaltlich durch gesetzliche Vorschriften geregelt <ebenfalls *Rege*techniken>, war grundsätzlich zu wiederholen <Redundanz als Sicherung, nachrichtentheoretisch> sowie mit Namen, Datum, Uhrzeit und Ort zu versehen und mit den Worten „Achtung Schaltkommando“ einzuleiten <*arché*>. Die Schalthandlungen und deren

¹⁸¹ Peter Gathercole, "The Fetishism of Artefacts", in: ebd., 73- , hier: 79

¹⁸² Klaus Bebbler, Kraftwerk zum Erleben. Wissenswertes und Kurioses. Eine Reise durch das Kraftwerk <sc. Vockerode> an der Elbe, o. O., o. J.

Kommando <enoncés, Sprache als Handlung / *speech act*> waren sogar überbetrieblich zwischen den Kraftwerken und den Netzbetrieben gesetzlich - und einheitlich geregelt. Eine Zweideutigkeit, ein Mißverständnis hätte hier unabsehbare Folgen haben können <im Unterschied zu Literatur und Hermeneutik, wo Unschärfe gerade als Qualität figuriert>. Einen kleinen Unterschied zum Militär gab es schon. <...> Ein elektrischer Befehl <= Impuls?>, so war es geregelt <Regelung als Klartext und als diskursive Metapher>, mußte vom Befehlsempfänger immer erst eindeutig erkannt und begriffen worden sein. Bei Mißverständnis, ob des Inhaltes oder wegen Hörfehlers, war der Befehlsempfänger zum Widerspruch verpflichtet. <ebd., 45>

- stellt die Schaltzentrale und die Stromumschaltbatterie in Vockerode von den Relais-Schaltelementen her bereits wesentliche Bestandteile des Dispositivs des Computers dar (mit lauter 0/1-Schaltelementen), ohne allerdings zu rechnen / zu speichern; gilt etwa für die Kraftwerkskessel: "Jedes Rohr hat einen Namen, jedes Rohr hat eine Karteikarte <!>, jedes Rohr hat einen Lebenslauf. Alles ohne Computer" = ebd., 30

- wesentliche Rolle spielt Relaischutztechnik, "eine denkende Technik, die Entscheidungen traf, bevor die Schaltwärter eingreifen konnten. War der Strom oder die Spannung zu hoch oder zu niedrig oder gab es Kurzschlüsse, wurde dies durch Relais erfaßt und unverzüglich oder in wenigen Sekunden kam ein Signal und ein Ausschaltbefehl auf ein Schaltgerät. Elektromechanische, später elektronische „Gehirne“ dachten mit, heutzutage Computertechnische Überwachung am Bildschirm und Steuerung mit der „Maus“. Alles funktionierte entsprechend dem Stand der Technik" = ebd., 44

- Elektronik hielt Einzug, "damit die verstärkte Automatisierung <...>. Ein gutes Gemisch aus älteren, erfahrenen „Starkstromern“ und jungen schlauen Elektronikern im „fahrenden Betrieb“ und im Reparaturbereich entsprach diesen Anforderungen" = ebd., 45; frei nach Deleuze: von der Disziplinar- (Thermodynamik, Strom) zur Kontrollgesellschaft (Information)

- Definition des Schaltfelds unwillkürliche Aussage der Bestandteile der ersten Computergeneration auf Makroebene: "Begrenztes Teil einer Schaltanlage, in den das willkürlich und/oder selbsttätige Ein-, Aus- und Umschalten der Schalter erfolgt; einschließlich ein/aus, geschlossen/offen, zu/auf" = ebd., 59

- definiert elektrischer Strom als solcher das Medium i. S. der Kybernetik, in seinen „Möglichkeiten der Erzeugung, der Speicherung und der Fortleitung (Übertragung) desselben" = ebd., 54

Sowjetischer Computer: *memory*

- verfügte BESM neben dem Operationsspeicher einen Dioden-Speicher; "erlaubt das Ablesen eingegebener Zahlen oder Befehle, nimmt aber keine Ergebnisse auf. Das Eingeben von Zahlen und Befehlen geschieht durch

Lochen der Kennnummer in eine Lochkarte. Die Lochkarten werden in besondere Einrichtung, sogenannte „Bücher“, eingelegt. Beim Schließen dieser „Bücher“ wird an den gelochten Stellen ein Kontakt geschlossen. Außer mit Lochkarten besteht noch die Möglichkeit, die Zahlen mittels Steckern einzusetzen. Die entsprechenden Stellen in den „Büchern“ und auf der Steckertafel sind parallel geschaltet. Der Diodenspeicher besitzt auch eine Reihe abnehmbarer Blocks, wo die Leitungen der Diodennetzwerke für typische Unterprogramme eingelötet sind., z. B. Unterprogramme der trigonometrischen Funktionen der Logarithmen.¹⁸³

Abb.: „Lichtdruckapparat zum optischen `Ausdrucken´ der Magnetbandangaben auf einen Filmstreifen. Arbeitsgeschwindigkeit: 200 Zahlen je Sekunde“ <Lebedev 1956: 79>

- Rechner URAL, der neben dem Rechenwerk über einen Magnettrommelspeicher als Operationsspeicher verfügt, ferner einem Hilfsspeicher mit Magnetband „und einem Speicher mit normalem perforiertem Filmstreifen, der die Eingangsdaten (Programm- und Zahlendaten) trägt“¹⁸⁴; Aufsatz Lev Manovich, über Film / Digitalität. Lochstreifenspeicher des URAL-Rechners nutzt als Träger für die Eingangsdaten einen 35mm-Filmstreifen: "Jede Zahl wird auf dem Streifen in 11 Linien und 4 Zeilen gelocht. Der gelochte Streifen wird zu einem Ring zusammengeklebt und in den Bandabtaster der Maschine eingegeben. Die Streifenlänge kann bis zu 300 m betragen. Die Übernahme der Information vom Lochstreifen geschieht gruppenweise. Zu diesem Zweck wird der Streifen in Zonen eingeteilt, deren jede eine eigene Adresse besitzt, die in dem entsprechenden Befehl festgelegt wird" = Basilewski 1956: 83; Video Gustav Deutsch, *Film ist*, Zuses Filmstreifen

- *Monitoring* des Speichers: rechts im Pult des Rechners URAL eine Kathodenstrahlröhre zur Anzeige des Inhalts aller Speicherzellen der Magnettrommel mit Hilfe eines Stellenschalters. Eine Anzeigetafel gestattet die Beobachtung des Programmablaufs während des Lösungsprozesses einer Aufgabe und die Kontrolle der Maschinentakte. Zur Überwachung des Operationsablaufs werden der Inhalt des Akkumulators und des Registers im Rechenwerk sowie der Befehlszähler und der Befehlsregister angezeigt. Der Inhalt jeder Speicherzelle kann an den Signallampen des Kontrollregisters beobachtet werden. Das Kontrollregister wird bei jedem Maschinentakt eingeschrieben.¹⁸⁵
key

Computer vom rechnenden Subjekt zum materiellen Objekt: ein medienarchäologischer Fall

¹⁸³ Sergej A. Lebedev, „BESM“. Eine schnelllaufende elektronische Rechenmaschine der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, in: NTF 4 (1956), 76-79 (77)

¹⁸⁴ J. J. Basilewski, Die universelle Elektronen-Rechenmaschine „Ural“ für ingenieur-technische Untersuchungen, in: NTF 4 (1956), 80-86 (80)

¹⁸⁵ J. J. Basilewski, Die universelle Elektronen-Rechenmaschine „Ural“ für ingenieur-technische Untersuchungen, in: NTF 4 (1956), 80-86 (84)

- Technikmuseen: Objekte entfalten sich erst operativ. Doch "in jedem Fall sollte Konservieren vor Restaurieren gehen. <...> Wenn irgend möglich, ist z. B. eine Kopie, an der die Funktion verdeutlicht werden kann, der Inbetriebnahme des Objektes vorzuziehen."¹⁸⁶

- Sammlung technischer Instrumente / Labore / vergangene Experimentalanordnungen (im Sinne von Rheinberger); heutiger Zustand der Instrumente steht, nach Zeitverfall, in Differenz zum Akkurat-Anspruch der ursprüngliche Experimente. Ein anderer medienarchäologischer Blick: "It is instructive to use an eighteenth-century microscope in order to appreciate the difficulties in both the mechanical design and the aberration produced by the lenses, but it is necessary to bear in mind that modern users are not 'seeing' as eighteenth-century microscopists would see: our opinion of the image will be different to theirs."¹⁸⁷

- erzeugen Rechenmaschinen kulturelle Information, die nicht mehr an die Trägheit materielle Grundlagen geknüpft ist; Bernd Rosner, in: Klock u. a. / (Hg.), Medientheorien, UTB, 98

- Objekt der Archäologien die materielle Kultur; umfaßt seit geraumer Zeit einen neuen Typus von Artefakten: die Hardware von Medien. Gleichzeitig sind Medien nicht auf ihre Hardware reduzierbar; Herausforderung an die archäologische Methode

- am Beispiel symbolverarbeitender Maschinen namens Computer den archäologische Blick anhand jener epistemischen Dinge erproben, die inzwischen selbst zu aktiven Medienarchäologen (Agenturen der "virtuellen Archäologie") geworden

- Turing, Zuse, von Neumann: Entscheidung gegen die Mathematik und für die Maschine nicht anders aus. Die technischen Entscheidungen, die beim Bau der ersten Computer getroffen wurden, unterlaufen an derart vielen Stellen die Mathematik, die dem Computer selber zugrunde liegt, dass, den Computer als materialisierte Mathematik zu beschreiben zu kurz greifen würde. Die Materialität der symbolverarbeitenden Maschinen heißt vor allem: ihr in-Zeit -und-Raum-Sein. Gute Gründe, scharf zwischen Schaltalgebra und schaltender Maschine zu unterscheiden:

"Für den Bau schaltender Maschinen muss zunächst etwas da sein, was schaltet, sei es ein Relais, eine Röhre, ein Transistor oder eben ein Siliziumchip. An der Technik, die für das Schalten verwendet wird, entscheidet sich maßgeblich und im nichtmathematischen die Einsetzbarkeit von Maschinen. Ein heute typischer Personalcomputer wäre 1950 zwar mathematisch-logisch, nicht aber in Materie realisierbar gewesen: nicht in Relais, weil kein Raum der Welt genügend Platz dafür

¹⁸⁶ Karl-Heinrich von Stülpnagel, Gedanken eines Restaurators zum Sammeln von Landmaschinen, in: Mitt.bl. Museumsverb. Nieders. Bremen Nr. 37 Hannover, Februar 1990, 46-48 (48)

¹⁸⁷ Stella V. F. Butler, Science and Technology Museums, Leister / London / New York (Leicester UP) 1992, 120

geboten hätte und nicht in Röhren, weil kein Kraftwerk der Welt genügend Energie für eine solche Maschine geboten hätte. Neben einer Geschichte der mathematischen Logik als Schaltalgebra ist die Entwicklung von Computern maßgeblich mit der Geschichte technischer Materialien und technischer Räume verbunden. Brauchte es für den Mark I in den fünfziger Jahren noch eine Wanze (den 1. Bug), um einen Relaisrechner auszuschalten, genügt bei heutigen Siliziumprozessoren ein mit bloßem Auge nicht-sichtbares Staubteilchen, um Hightech in Elektroschrott zu verwandeln. Andersherum stellt erst Silizium die minimalen Schaltzeiten zur Verfügung, die die Berechnung virtueller dreidimensionaler Räume in Echtzeit ermöglichen."

Fallstudie Medienarchäologie: nach den verschiedenen Materialien suchen, mit denen symbolverarbeitende Maschinen gebaut wurden, oder experimentiert wurde. Neben Lochkarte, Relais, Röhre, Transistor, IC, Mikrochip auch die verschütteten Materialien entbergen: etwa Filmstreifen und Magnetbänder.

Eine weitere Kategorie: Maschinen, die zwar als Maschine entworfen, aber nie gebaut worden sind. Karsakov 1832; Memex

Ausser den schaltenden (verarbeitenden) Elementen spielt die Speicherung von Daten eine wichtige Rolle. Neben der Frage nach Datenformaten, die sich in der Welt von Software abspielt, sind in der Hardware selber unzählige Daten unrettbar verloren, weil die Datenträger, denen sie anvertraut waren entweder defekt sind, oder keine Lesegeräte mehr für die Datenträger existieren. Berücksichtigt man zusätzlich noch, dass die meisten Speichermedien als überschreibbar ausgelegt waren - und sind, steigt die Menge an gespeicherten und trotzdem verlorenen Daten ins Unermessliche. Teil des Projekts wird es sein, Strategien zu entwickeln, wie zumindest ein Teil der sich auflösenden Daten rekonstruiert und dauerhaft gesichert werden kann.

Das Problem der Datenerhaltung markiert ein grundsätzliches Problem, dass entsteht, wenn man Computergeschichte als Archäologie, d.h. in den Artefakten betreiben möchte. Im Unterschied zu den meisten Artefakten, mit denen die Archäologie zu tun hat, erschliesst sich die Funktionsweise und damit der historische Wert symbolverarbeitender Maschinen nur im Betrieb ihrer selbst. Kein Buch, keine Beschreibung, keine Fotografie, nicht einmal die fertig aufgebauten Maschinen können beschreiben, was Computer ausmachen, solange sie nicht in Betrieb sind. [...] Symbole verarbeiten, bezogen auf Computer, heisst immer: es ist etwas in Bewegung. Nicht nur aus den praktischen Gründen der Datenrettung, sondern auch und vor allem, um überhaupt etwas über die Art der Verarbeitung dieser Maschinen herauszufinden, muss es Ziel dieses Projekts sein, die historischen Funde in die Bewegungen zu versetzen, die sie erst zu Objekten der Archäologie machen, denn erst in diesen Bewegungen löst sich die idealisierte Mathematik mit ihrer unendlich hohen Auflösung auf in die diskreten und endlichen Datenregister der Maschinen. [...]

"Ergodische" Computer(spiel)zeit

- Zeitform der Wiederholbarkeit direkte Funktion einer zentralen Figur in der Computer(spiel)programmierung: die Schleife; eigentliche Temporalität des Durchspielens eines Computerspiels "ergodisch", insofern die durchspielbaren Ereignisse einer algorithmischen Vorschrift nicht mehr einer sequentiellen Erzählung, sondern einer offenen Struktur folgen und damit dynamisiert sind. Ergodik meint im weitesten Sinne ein Werk (*ergon*), das buchstäblich erst auf dem Weg (*hodos*) entsteht: „a type of discourse whose signs emerge as a path produced by a non-trivial element of work“¹⁸⁸. Ergodische Phänomene entstehen in kybernetischen, rückkopplungsbegabten Systemen: "a machine (or a human) that operates as an information feedback loop, which will generate a different semiotic sequence each time it is engaged"¹⁸⁹.

- Ergodik wohldefinierter Fachterminus in Physik und Mathematik; Norbert Wiener, *Time, Communication, and the Nervous Systems*, in: *Annals of the New York Academy of Sciences* 50 (1948), 197-220; dt. in: Norbert Wiener, *Futurum Exactum. Ausgewählte Schriften zur Kybernetik und Kommunikationstheorie*, hg. v. Bernhard Dotzler, Wien / New York (Springer) 2002, 151-181. Die diskursanalytische und kulturwissenschaftliche Sicht repräsentiert Serjoscha Wiemer, *Strategie in Echtzeit. Ergodik zwischen Kriegsspiel und Wirtschaftssimulation*, in: Rolf F. Nohr / ders. (Hg.), *Strategie spielen. Medialität, Geschichte und Politik des Strategiespiels*, Berlin (Lit Verlag) 2008, 213-248. Das Zeitmittel korreliert demnach mit der Wahrscheinlichkeit des Eintritts von Ereignissen; die Ergodenhypothese macht Ereignisfolgen in Computerspielen medientheoretisch faßbar. Der statistischen Mechanik zufolge überdeckt die Trajektorie eines thermodynamischen Systems im Laufe der Zeit das gesamte durch die Entropie gemessene Phasenvolumen.]

- Erzählungen eine Strategie zur Reduktion von Komplexität in Wegführungen durch Ereignisdschungel; heißt mathematische Alternative dazu, offensiv mit Unwahrscheinlichkeiten zu rechnen

- "Irrfahrten in der Ebene und im Raum" = Überschrift von Kapitel 7 in: Martin Gardner, *Mathematischer Zirkus*, Berlin / Frankfurt a. M. / Wien (Ullstein) 1990, 87-96 - und in der Zeit

- tarnen Computerspiele sich zuweilen hinter einer narrativen Struktur; tatsächlich unterlaufen sie diese; das ergodische Element ist die *action*; damit ist der Ereignisraum nicht schon vor Beginn des Spiels fixiert. Zwischen Entropie und Negentropie gewähren Computerspiele mit Speicheroption (also in der Emulation) die Option der Aufzeichnung

¹⁸⁸Espen Aarseth, *Aporia of Epiphany in Doom and The Speaking Clock. The Temporality of Ergodic Art*, in: Marie-Laure Ryan (Hg.), *Cyberspace Textuality. Computer Technology and Literary Theory*, Bloomington, Indianapolis (Indiana University Press) 1999, 31-41 (32)

¹⁸⁹ Ebd., 32f

(Demo), sich nach Ende noch einmal kinoartig den Verlauf anzuschauen. Erst im Rückblick (im *re-play* eines Spielverlaufs) wird damit "historisch" erzählbar, was sich ergodisch ergeben hat

- "Once realized, the ergodically produced sequence may be regarded and narratively reproduced as a story, but not one told for the player's benefit at the time of playing. [...] The production and reproduction of such a sequence are two very different things, just like the difference between the video-record of an event and the event itself."¹⁹⁰

- nicht das Spiel, erst die Erzählung seines Verlaufs narrativ; kommt Zeitkritik ins Spiel: "If games such as *Doom* demand ergodic closure, the reduction of an event space into a single, successful event time, poetry generators such as John Cayley's *The Speaking Clock* challenge our sense of temporal, aesthetic experience in a totally different and open way. Where *Doom*'s event space is controlled and reductive, *Clock*'s excessive combinatorics, which produces a different verbal sequence for every moment the program runs, is based on the internal clock in the computer" = Aarseth 1999: 39

- Verschränkung von Zeit und Erzählung, die in der mündlichen oder literarischen Erzählung rein symbolisch bleibt, damit operativ real; wird formale Semiotik den damit verbundenen Rückkopplungs- und Signalverarbeitungsprozessen nicht mehr gerecht; Computerspiele "are not concerned with the sign-producing mechanism, without which the cybernetic sign processes cannot be properly understood. Semiotic theory is not well-equipped to describe ergodic modes of discourse" <36>. Doch vielleicht sind diese Alternativen nicht einmal mehr diskursiv; "the traditional hegemony of narrative in aesthetic theory might be over soon" = ebd., 41

Praktiken des Time-Sharing

- im Realzeitbetrieb des Rechners mit der Verarbeitung eines Auftrags strenge Zeitbedingungen verbunden, d. h. die Berechnung der Ergebnisse muß möglichst sofort, "spätestens innerhalb einer vorgegebenen Zeitschranke, die im Millisekundenbereich liegen kann, abgeschlossen sein"¹⁹¹. Im *Time-Sharing Betrieb*, also durch Zeitteilung, wird die Epoche, das Intervall, in dem die Zentraleinheit durch Warten auf Eingaben unbeschäftigt ist, durch Bearbeitung der Aufträge anderer Nutzer optimiert.¹⁹² Das ist die Produktivkraft von Turbo-Kapitalismus im Mikrozeitbereich.

Im Unterschied zur herkömmlichen Stapelverarbeitung (dem *local batch*), bei der dem Zentralrechner die Nutzeraufgaben jeweils komplett

¹⁹⁰ Aarseth 1999: 33 <?>

¹⁹¹ Schülerduden Die Informatik, Eintrag "Realzeitbetrieb (Echtzeitbetrieb)", 65

¹⁹² Ebd., 66

eingegeben werden¹⁹³, rechnet der Computer im Time-Sharing während der "Denkpausen" jedes einzelnen Benutzers.¹⁹⁴ Kleinste zeitliche Lücken kommen damit aktiv ins Spiel - gleich dem Sehschlitz und den intermittierenden Scheiben in frühen kinematographischen Mechanismen. Zeitkritische Absenzen sind das schockierende Betriebsgeheimnis aller medientechnischen Wirkungsmacht. "Das Betriebssystem überwacht die Ausführung der einzelnen Benutzerprogramme und teilt die Zeitscheiben zu."¹⁹⁵

- umgekehrtes Verfahren dient der Suche nach extraterrestrischer Intelligenz. Mittels der Berkeley Open Infrastructure For Network Computing Software für verteiltes Rechnen, die auf den individuellen Computer geladen wird, läßt sich in einem operativen *time-sharing* überschüssige Rechenleistung während und abseits des Eigenbetriebs für aktuelle Datenauswertung aus Radioteleskopen nutzen; SETI@home Software

- tritt an die Stelle der vormals durch analogen Rundfunk und vornehmlich deren Nachrichtenwesen hergestellten Gleichzeitigkeit zwischen Sendung und Empfang in der digitalen Kommunikation das Zeitfenster namens "Echtzeit" und das *time-sharing* vernetzter *online* Nutzer als asynchrone Kommunikationsgemeinschaft bis hinunter zum sequentiellen Zeitmanagement *im* Computer selbst; Zeitform der digitalen Kultur damit eine implizit musikalische Orchestration; erklingen hier weniger Streichertöne im Sinne harmonischer Schwingungen denn Techno-Beats im Sinne von Impulsen.¹⁹⁶ Dieser Rhythmus prägt die digitalisierte Gesellschaft. Die Kommunikationsbasis eines frühen computerbasierten Netzwerks - das "Community Memory"- Projekts von 1970 in San Francisco - waren Telephonleitungen und Modems, in denen die Daten mit einem zentralen Mainframe-Computer hörbar korrespondierten.

- Time-Sharing-Gesamtsystem von einem *Kommunikationsrechner* (wie es früher sehr direkt hieß) gesteuert, der den Informationsaustausch mit jedem Teilnehmer vom Zeitpunkt seines Anrufs an scheinbar ohne Unterbrechung - d. h. rechtzeitig (in *real time*) abwickelt" = Ribbeck 1973, 1

- bedeutet digitale Kommunikation im nachrichtentechnischen Sinn *time-sharing*; erinnert an eine Urszene, das *momentum* der Telegraphie: Eine der ersten Anfragen, die 1844 im Morse-System in den Vereinigten Staaten zwischen Baltimore und Washington ausgetauscht wurden, lautete "What time is it", und die telegraphische Antwort: "One o'clock". Zeit war damit zugleich Inhalt und Botschaft des Mediums, das eine Uhrzeit nahezu ohne

¹⁹³ Siehe Ribbeck 1973, 50: Bild 7 "Vergleich eines Time-Sharing-Systems mit einem Riesenrad"

¹⁹⁴ Ribbeck 1973, 6

¹⁹⁵ Ribbeck 1973, 1

¹⁹⁶Das musikalische Feld ist traditionell in Melodie, Harmonik und Rhythmus ausdifferenziert.

Verzug zu kommunizieren wußte.¹⁹⁷ Was hier noch verbale Kommunikation von Zeit war, wurde später das technische Zeitsignal selbst. Die Botschaft des Mediums Telegraphie in seiner frühen, d. h. medienarchäologischen Phase, war eine Tempor(e)alität: die unverzüglich Kopplung von Sender und Empfänger im Zeitbereich. Jeder temporale Affekt ist im Sinne Marshall McLuhans taktil, gleich dem PING-Signal unter Wasser (das später im Internet zur reinen Metapher wird)

- erzeugt Sonar-Gerät in U-Boot einen sonischen Impuls, der durch Hydrophone gesendet und dessen Reflexion an einem entfernten Objekt wieder empfangen wird, um aus der Laufzeitdifferenz des Signals Distanzen zu errechnen

- eine Welt der kleinsten Wahrnehmungen, der *petites perceptions*, die allerdings nicht mehr (wie bei Leibniz um 1700) für Menschensinne gilt, sondern Maschinenverstehen selbst ist, das mathematisch im Unbewußten (*nesciens*) rechnet

- medienarchäologische Bedingung für gelingendes Time-Sharing neben der geradezu diktatorischen Programmausführung ein mächtiger Zwischenspeicher (zunächst waren es Kern- und Magnetplattenspeicher); dissimuliert diese Form von dialogischer Gegenwart ihre beständige Mitarchivierung

- Archive, Bibliotheken und Datenbanken lange nur "off-line" nutzbar; *file-* und *time-sharing* war mit traditionellen kulturellen Speichern bislang nicht möglich; seit Douglas Engelbart Möglichkeit, eine zugrundeliegende Datenbasis mit mehreren Anwendungsprogrammen gleichzeitig zu nutzen. Time-Sharing bedeutet die (scheinbar) gleichzeitige Nutzung der Rechenzeit eines Prozessors durch mehrere Benutzer an Terminals

- existiert keine unmittelbare Kommunikation zwischen den einzelnen Nutzern; vielmehr werden "Daten und Programme, die er anderen Teilnehmern zur Verfügung stellen will, in bestimmter Form <ge>kennzeichnet und auf dem Magnetplattenspeicher der Time-Sharing-Anlage ausdrücklich, durch einen besonderen Befehl, abgespeichert" = Ribbeck 1973, 7

- kann in Time-Sharing-Anwendung "jeder Teilnehmer so mit dem Rechner arbeiten, als ob dieser nur ihm allein zur Verfügung stände"¹⁹⁸ - das ist Gegenwartsbetrug. Angeschlossen an algorithmengetriebene Kommunikationsmedien leben wir gar nicht mehr in der Gegenwart

- eine andere Tempor(e)alität: nicht-historische Zeitweisen technischer Medien; das Wesen der technischen Zeit nichts Historisches

- läßt sich im literarischen respektive historiographischen Narrativ ein

¹⁹⁷Dazu Florian Sprenger, xxx

¹⁹⁸ Werner Ribbeck, Grundlagen der Time-Sharing-Anwendung, Düsseldorf (VDI-Verl.) 1973, 1

Geschehen als "historisch" inszenieren; steht solch symbolischer Zeitordnung Einsicht gegenüber, daß operative Zeit immer gegenwärtig ist. Zeit ereignet sich auf der operativen Ebene; etwas scheint hier auf, was auf der performativen Ebene rein symbolisch bleibt

Turing-Zeit

- tritt mit Theoriefiktion eines "unendlichen Bandes" als Speicher-, Lese- und Schreibbasis in der Turingmaschine zeitlose Reversibilität an die Stelle des historischen Zeitpfeils, der in der entropischen Irreversibilität gründet. Doch jede symbolische Operation muß im Realen von Speicher- oder Übertragungsmedien stattfinden, als Implementierung, also Verkörperung in Materie (*alias* Hardware) - der physikalischen Entropie anheimgegeben

- Games Stammtisch, Ort: Automatenbar (Muenzstr. 21-23, Berlin, c/o Andreas Lange, zum Spektrum zwischen Game Culture und Game History; Retro-Gaming; Emulatoren (Spezialist Frank Heilmann); Aspekte der Bewahrung im archivarischen Kontext; mit welchen Verlusten muß Emulator buchstäblich "rechnen"? Welche Verluste akzeptabel? Kompressionsästhetik von mp3

- überleben alte Spiele durch Emulatoren der ehemaligen Rechner; was indes fortfällt, ist die Hardware als reales ergonomisches Dispositiv: die buchstäbliche Spiel(er)-Situation; Drucklegung mittelalterlichen Urkunden durch MGH

- Computerspiel / Echtzeit: bricht mit Option, sich in tatsächliche live-Radiosendungen bei *online*-Computerspielen einzuklicken, analoge Gegenwart in den Raum der digitalen Echtzeit ein

Ray-tracing und -casting

- meint Radiosity jene digitalen Verfahren, welche diffuse Lichteffekte im virtuellen Raum simulieren; ray-tracing hingegen errechnet die virtuellen Reflexionen von Lichtstrahlen auf wiederum gerechneten Oberflächen (Spiegel etwa, Objekte einer Medientheorie der Katoptrik).

- analog dazu *ray-casting* die Simulation von Raumakustik etwa für dynamische Computerspiele je nach Beobachterstandpunkt, durch Parametrisierung akustischer Raumhindernisse und orientiert an psychoakustischen Verhaltensmerkmalen.

(Computer)Spiel(kultur)techniken

- trainieren Spiele gerade kulturelle Regeln / konditionieren die Spieler. "Alles Spiel ist zunächst und vor allem *ein freies Handeln*. Befohlenen Spiel ist kein Spiel mehr" = Huizinga 1987: 16; Panel BootLab Berlin, 12. Februar 2003, Thema *Computerspiele*

- *regelgeleitetes* Handeln / Spielregeln, um überhaupt Kompatibilität herstellen: eine Konvention, die an Shannons Code-Modell der Kommunikation erinnert
- meint engl. *to play* ursprünglich auch „schnelle Bewegung, Gebärde, Handgriff, Spielen auf einem Musikinstrument, lauter konkrete Handlungen“ - und meint damit eher den physiologische Aspekt denn den Inhalt; siehe Institut Wundt in Leipzig um 1900
- im Kampf um / gegen die Narration: Zählung (Kalkulation, digital) statt Erzählung. Gegen die Anthropomorphisierung der digitalen Kommunikation
- Eintrainieren einer Kulturtechnik jenseits des Narrativen; Computerspiele Training für Reaktionsgeschwindigkeit; Einübung einer neuen Zeitkultur: zeitkritisch (re-)agieren
- entstand Computerspiel *Space War* zu Beginn der 60er Jahre von gelangweilten Beobachtern von Flugbahnen von Interkontinentalraketen auf Schwarz-Weiß-Display; erst, seitdem es diese Oberflächen gibt, Computerspiele als Darstellung, ansonsten MUDs, rein textuell
- Spielfreude als Unterwerfung unter ein System, "wie man es überall dort findet, wo die Fortbewegung es Menschen geregelt ist"¹⁹⁹ - das kybernetische Regime erster und zweiter Ordnung, Subjekt und Objekt des Computerspiels.
- schaut Medienwissenschaft nicht inhaltlich auf Computerspiele, sondern betrachten sie als maschinale Ästhetik: Computerspiele sind die Spiele des Computers selbst
- narrative Kino-sequenzen (cuts) in Computerspielen werden schnell weggeklickt. dekonstruiert also Hollywood-Narrativik. Bedarf es eines narrativen Kerns? Eine Verknüpfung ist nicht schon eine Narration, sondern eine Topologie
- kommerziell erfolgreich war gerade Pong, nicht Odyssee: mit hohem Maß an Abstraktion
- kommt am Computerspiel die Ästhetik des Computers zu ihrem eigenen Recht, oder wölbt sich die kulturelle Tradition (narrativ) wieder darüber
- Unterschied zwischen Computerspiel zum Mensch-Ärgere-Dich-nicht-Spiel: das Ergodische; das Zeitveralten
- Tod im Computerspiel: Kernelement einer jeden Erzählung; im Computerspiel aber als Abbruch realisiert, der jederzeit neu startbar ist

¹⁹⁹ Markus Collalti, Nie mehr zu spät!, in: FAZ Nr. 293 v. 17. Dezember 2002, 39

- Praxis der Computerspiele: bestehen zu 90 % aus Warten, und das nicht schlicht technologisch bedingt (Ping-Zeiten); ein Computerspiel durchzuspielen kann dauern wie Proust lesen - *Auf der Suche nach der verlorenen Zeit*

Interaktivität i. U. zu Narration

- Biokybernetisierung (Spiel *Tetrays*, oder *Shooter*)

- für Genealogie des Computerspiels bequeme Begrifflichkeit entwickeln, also eine solche, die nicht aus anderen kulturellen Genres geborgt wird, sondern angemessen ist dem Daseyn des Rechners; nicht Begriff des „Genres“, sondern von der Maschine her denken unter der Prämisse, daß Computer als neuartige, neutrale Universalmaschine begriffen wird, nicht schlicht weiteres Medium im Unterschied zu Vorgängermedien

- erstes Element, das sich vom Fußballspiel auf Computer übertragen hat, waren die Tabellen - weil dem Rechner angemessen

- Netz bringt eine andere Form von Computer hervor

- Verwechslung von Shannons Kommunikationsbegriff für Computer und menschlichem Kommunikationsbegriff : nicht angleichen, sondern Differenz produktiv machen

- ehemals Exportbeschränkungen PlayStation aus Angst, Konsole könnte für Fernlenk Waffen genutzt werden

- vor Ardennenoffensive 1944 Planspiel der Kommandeure (Spiel mit preußischer Vergangenheit). Model: läßt einlaufende Nachrichten in das Spiel integrieren

- andere Formen, Zeit zu organisieren

- haben Computerspiele den Computer dem Menschen angepaßt, nicht länger umgekehrt

Computerspiele: scheinbar narrativ, tatsächlich die Dekonstruktion der Erzählung

- technische Zeichnungen und ihre diagrammatische Verdinglichung (gedruckte Schaltungen) keine "storyboards"; haben keine narrative Struktur - ebensowenig wie Entscheidungsbäume in Computerspielen; scheinbare Entscheidungsfreiheit hier tatsächlich schon festgelegt (fest verdrahtet im Fall der Elektrotechnik; symbolisch programmiert im Falle von Computern).

- bricht Ästhetik des Computerspiels mit dem kinematographischen Dispositiv, der Erzählung als Funktion der Montage: "Wir sind vom Kino verwöhnt und gewohnt, den schnellen Abtausch von Situationen für

filmische Wirklichkeit zu nehmen. Nur der nahezu übergangslose Erzählgestus, den David Cronenberg hier <sc. im Film *eXistenZ*> an den Tag legt, könnte uns am Status dieser Bilder zweifeln lassen: Das serielle „und jetzt“, das mühelose Klickspringen von Ebene zu Ebene, von Welt zu Welt – das ist die handelsübliche Verlaufsform von Computerspielen" = Alexander Horwath, Sein und Freizeit, in: Die Zeit v. 18. November 1999, 53

- Narration in Computerspielen unentschieden, dis/kontinuierlich

- Karin Wenz, "Narrativität in Computerspielen In: Sigrid Schade / Christoph Tholen (Hg.), *Konfigurationen. Zwischen Kunst und Medien*, München (Fink) 1999, 209-218

- Computerspielen als operativen Diagramme

- entscheidungskritische Adventure-Spiele im Unterschied zu zeitkritischen, aufmerksamkeits"heißen" Action-Spielen "Es" und konfigurationskritischen Strategie-Spielen "Über-Ich"; Pias, Computer-Spiel-Welten; Computerspiel als Diagramm

- *vorprogrammiert* das Gesetz dessen, was im Computerspiel sag- resp. spielbar ist, als *Archiv* im Sinne Foucaults: „The skill of the storyteller, whether conventional or interactive, `lies in the ability to suggest an open future at every point of the narrative, while having, of course, planned or „programmed“ the progress and resolution in advance" = Alison McMahan, The effect of multiform narrative on subjectivity, in: Screen 40:2, Summer 1999, 146-157 (149), unter Bezug auf: Thomas Elsaesser, Cinema Futures: Cain, Abel or Cable? The Screen Arts in the Digital Age, Amsterdam (Amsterdam UP) 1998; liegt keine Erzählung, sondern ein topologisches Modell vor; eine Verbindung zwischen zwei Punkten, auch wenn ein zeitintensiver Verlauf dazwischengeschaltet ist, noch keine Erzählung; diese Verbindung noch nicht kausal (Ricoeur)

- liegt Autorität der Erzählung in der Möglichkeit des Todes – die implizite Voraussetzung von Ricoeurs *Temps et récit*. Computerspiele aber machen diesen finalen Punkt reversibel: "da George keineswegs unsterblich ist, sollte man zwischendurch immer wieder mal den aktuellen Spielstand abspeichern – andernfalls ist die Mission vielleicht ganz plötzlich beendet, und der Arme muß wieder ganz von vorne beginnen" = Christian Blees (Rez.), über das Adventure-Spiel xxx, in: Der Tagesspiegel (Berlin) v. 2. Dezember 1996

- Mikrochip ZX-81 (1981) mit nur einem Kilobyte RAM; das Kostbareste seinerzeit nicht Prozessoren (CPU), sondern Speicher. "Was in der Frühzeit der Computerspiele noch reine Not war, wurde später zu einer Tugend und mehr noch zu einem Sport: Spiele mit möglichst wenig Speicherverbrauch zu programmieren" (Stefan Höltgen, 21. Juli 2017, Signallabor HU *Game Circuit*), von wenige Byte umfassendem Spiel Pong, das allein im RAM-Speicher der Atari VCS (also ohne Steckmodul) läuft, bis zum minimalistischen Tetris-Spiel, das *im* Betriebssystem stattfindet, also mit

dem Booten selbst geladen wird; zu Spielende stürzt das gesamte Programm / System ab

- Prototyp des speichereffektivsten Labyrinth-Spiels: Shannons *Theseus*-Spiel (präsentiert vor Macy-Konferenz 1951) auf Relais-Gedächtnisbasis für *trial and error*; im Grunde identisch mit einem Graphikprogramm zum Zeichnen eines Labyrinths mit Bleistift und Radiergummi auf Papier; Turing(maschine) 1937

- sehen Computerspiele aus wie Geschichten, sind aber tatsächlich Baumstrukturen, *routing*, das eher postalisch denn narrativ zu begreifen wäre: als nachträgliche Narrativisierung einer Karte, eines eher topologischen Settings, durch den Gebrauch. Erst der Input des Unerwarteten aus der Umwelt, das Unkalkulierbare des Spiel(er)verhaltens, erlöst das Spielsystem aus seiner Autoreferentialität. Bleibt die Differenz von Interaktivität und *story-telling*:

- "Niemand auf der Welt kann bis jetzt sagen, wie das interaktive Erzählen funktionieren wird. Es gibt Versuche, für diese neue Form Modelle aus den uralten Geschichten, den Mythen und Märchen herzuleiten. <...> Es wird eine Generation von jungen Autoren heranwachsen, für die es ganz selbstverständlich sein wird, daß eine Geschichte aus Bits und Modulen besteht, die an andere Geschichten und deren Module „andocken“ können = Edgar Reitz, Bacchantisches Erlebnis (zum Film der Zukunft), in: ZKM Karlsruhe, *Mediagramm*, Januar 1996, 14

- graphentheoretisch ein Adventure-Computerspiel schlicht das, was einen Anfang und ein Ende hat („homerisches Erzählen“ nach Auerbach: alles, was sich zwischen Punkt a und Punkt b abspielt – *binary space partitioning*; dies aber bildet zwar eine Gestalt, doch noch keine Geschichte). Ein 100m-Lauf aber bildet noch keine Geschichte (es sei denn, wenn mit den Figuren einer dramatischen Struktur versehen). Die – im Sinne Ricoeurs für Erzählung konstitutive – Logik der Zeit fehlt bei Adventurespielen; hier figurieren vielmehr Entscheidungsbäume; Genettes Erzähltheorie geradezu auf Videospiele hin geschrieben (Argument Britta Neitzel); Netze die Alternative zur Erzählung

- Computerspiele nicht film- oder fernsehwissenschaftlich, sondern computerarchäologisch betrachten; vor diesem Hintergrund eine Medienkultur denkbar, die aus den Codezeilen der darunterliegenden Programme, Notationen, Partituren die *Adventures* in ihrer Virtualität selbst zu lesen vermag, etwa zwei- oder gar dreidimensionale Bilder aus alphanumerischen, eindimensionalen Zeichenfolgen; statt Erzählung "Narrativität" im Sinne von Zählung; einmal in ihre narrativen Einheiten (Module) segmentiert, wird eine Geschichte auf ihren Sinn i. S. von Vektor hin, als Richtung, dekodierbar.

- analogelektronische Videospiele, am Fernsehmonitor angeschlossen, noch aus rein elektronischen Schaltungen / Spannungen aufgebaut; das Bild beruhte auf der Logik der Fernsehübertragung; demgegenüber das Computerspielbild am Fernseher aus der Computerspielkonsole die

Funktion einer Informationsverarbeitung; solch visuelle Interaktivität ist das Phänomen einer Programmierbarkeit des Bildes selbst; Computerspiel *ist* ein Computerprogramm

- gibt es Erzählungen, die den Zuschauer an der Erzählung teilhaben lassen oder eben nicht – in Differenz zum schlichten Begriff der Narrativität. Tod und Unterbrechung stehen im Bund. Stefan Heidenreich betont, daß Narration im Film auf den Tod hinaus läuft, irreversibel; im Computerspiel dagegen gibt es jeweils eine Chance zum Neuanfang oder zur Wiederaufnahme. Anstatt des Finales herrscht also eine non-narrative Zeitkultur der Unterbrechung, rekursiv.

- Computerspiel ein praktisches Unterlaufen der von G. E. Lessing 1766 behaupteten medialen Differenz ästhetischer Zeichenregime. Im Sinne Lessings sind narrative Formen ein Effekt der Medien, die ihr Format steuern: "Genette unterteilt narrative Zeit in drei Kategorien, die jeweils als Relation zwischen dem einzelnen Ereignis und dem narrativen Ganzen gesehen werden müssen: Reihenfolge, Dauer und Frequenz. So ist die Reihenfolge eines gedruckten narrativen Textes die Beziehung zwischen den Zeitlinien der erzählten Welt und ihrer spezifischen Anordnung in der Erzählung. Genette beschreibt diese Reihenfolge als festgesetzte Größe, die sich meiner Meinung nach als charakteristisch für die Materialität des gedruckten Buches erweist" = Karin Wenz, Narrativität in Computerspielen, in: / Sigrid Schade Christoph Tholen (Hg.), *Konfigurationen. Zwischen Kunst und Medien*, München (Fink) 1999, 209-218 (213)

- Kontingenz phänomenologisch vertraut aus dem Sportgeschehen: "Die normalen Betrachter <...> sind nicht auf Deutungen aus, sie wollen etwas mitbekommen, das sich jeder Deutung entzieht. Natürlich lassen sich Geschichten und Mythen tausendfach an das sportliche Geschehen anschließen, aber nur, weil es kein narratives Geschehen ist. <...> Weil die sportliche Performance keinen über sich selbst hinausweisenden Sinn vermittelt, lenkt nichts von der Zeit ihrer Darbietung ab" = Martin Seel, über: Hans Ulrich Gumbrecht, Die Schönheit des Mannschaftssports, in: Gianni Vattimo /Wolfgang Welsch (Hg.), *Medien - Welten - Wirklichkeiten*, München (Fink) 1998, in: Die Zeit v. 31. März 1999; ebenso Historiker - im von Hayden White gedeuteten Sinne der frühmittelalterlichen Annalistik - "Protokollanten der Kontingenz"²⁰⁰

- oszillieren Computerspiele zwischen Geschichte(n) und Annalistik. Die älteste Quelle der Adventurespiele weist sich durch ihren 6-stellig begrenzten (weil in PDP-10 FORTRAN geschriebenen) Namen aus: *ADVENT*, 1976/77 von Will Crowther und Don Woods verfaßt. Der beispielhafte Text DIMENSION LINES(9650)
DIMENSION TRAVEL(750)

²⁰⁰ So Karl Schlögel (Europa-Universität Viadrina, Frankfurt/Oder) in seinem Vortrag als Preisträger des Anna-Krüger-Preises am Wissenschaftskolleg zu Berlin: Die Würde des Ortes. Über die Bedeutung des Raumes in der Geschichte, 6. Mai 1999

DIMENSION KTAB(300)

<...>

kann jedoch weniger von menschlichen Augen denn von Compilern gelesen werden:

- hier noch symbolisch aufgeschrieben; kein Spiel ohne Übersetzung in Maschinensprache und damit die Physikalität von Hardwarezuständen; "Text erklingen zu lassen, heißt eben nicht, ihn vorzulesen, sondern ihn in Laufzeitreaktionen von Computern zu überführen, die ihrerseits nicht mehr in den Ursprungstext zurückführbar sind. Die "Geschichte aller Sourcen [so Wolfgang Hagen], ihre `historia rerum gestarum´, wie römische Historiker sagten, [fällt] in Sachen Computer <...> mit den `res gestae´, mit den geschehenen Dingen selbst" zusammen" = Claus Pias, *Adventures am Scheideweg*. Vortrag im Kolloquium der Fakultät Medien der Bauhaus-Universität Weimar, 23. April 1999, Ts, 1f, unter Bezug auf Wolfgang Hagen, *Stil der Sourcen*

- nehmen Programmzeilen erstens nicht die Form einer Geschichte, sondern vielmehr der *Annalen* an; zweitens das scheinbare Zusammenfallen (im Sinne Hegels) der diskursive Effekt von Historie als Kollektivsingular, als Figur

- Computerspiel keine *Geschichte*; *stellt* vielmehr eine Option möglicher Zustände, diskreter nämlich, dar (im Unterschied zum Kontinuierlichen, etwa der Musik); fehlt der Serie von Zuständen die temporale Dimension der Historie. Am Begriff der Linearität scheiden sich Chronologie und Narration; meint „nicht die zeitliche Sukzession im Sinne eines chronologischen Erzählstranges, sondern die Syntagmatik der einzelnen narrativen Bausteine“ – Module also -, wobei auch „Vor- und Rückgriffe, Überlagerungen und Unterbrüche möglich sind" = Hagenbüchle 1991: 94, Anm. 198; wird Geschichte zum Vorschein von Kontingenzen

- wird Kausalität weniger metaphysisch, vielmehr als Baumstruktur graphentheoretisch gelesen.

Die kausale Analyse ist eine Tätigkeit, die durch die Systeme in der Form von topologischen Baumverzweigungen hindurchgeht. Bei Betrachtung eines Endzustands untersucht sie die „Ursachen“ des Entstehens und der Zusammensetzung dieses Endzustands als notwendige und hinreichende Bedingungen.²⁰¹

- semantisches Komputieren anstelle linearer Erzählung: "Weston contemplated the relational structure that is implicit in puzzles that / are presented by first telling a story in the form of a set of apparently disconnected statements, and then asking for particulars which seem impossible to find" = Heinz von Foerster, *Technology: What Will it Mean to Librarians?*, in: ders., *Observing Systems*, 2. Aufl. Seaside, Cal. (Intersystems) 1981, 212-230 (217f), unter Bezug auf: P. Weston, *An End*

²⁰¹ Paul Ricoeur, *Zeit und Erzählung*, Bd. 1: *Zeit und historische Erzählung*, a. d. Frz. v. Rainer Rochlitz, München (Fink) 1988, 201

of Search, A Means of Understanding: A Preface to the Antidocument, in: Accomplishment Summary, BCL Rep. No. 71.2, Biological Computer Laboratory, Department of Electrical Engineering, University of Illinois, Urbana 1971; folgen Beispiel und Graphik der „Smith, Robinson and Jones variety“; die Relationen in binäre Verhältnisse aufgeteilt: "In this representation an „algorithm“, that is a computational rule, can be designed that carries out all required deductions" = ebd., 219

- praktiziert Programmieren von (und in) Algorithmen längst die Alternative zum narrativen Modell - eine Schreibkultur der Sprünge, der Zustände. „Narratives and games are similar in that the user, while proceeding through them, must uncover the underlying logic - the algorithm“ <Manovich 1999: 85>. Dementsprechend kreiert Manovich dafür den Begriff des *hyper-narrative* = ebd., 87

- Programmieren selbst dabei fähig zur Poesie: Im Unterschied zu Algorithmen, welche Unsinnsgedichte generieren oder vorliegende Gedichte zufallsgeneriert transformieren (Lilipo-Gruppe Paris, George Perec), gilt es einen Algorithmus zu schreiben, der selbst (unter semantischen Gesichtspunkten) als Gedicht gelesen werden kann: sich selbst ausführend. Doris Köhler hat dies in ihrem Vortrag *Programme als poetische Form?* auf der Lüneburger HyperKult VIII realisiert, in Pascal und FORTRAN: "Besondere Beachtung verdienen solche Programme, die syntaktisch richtig sind, "etwas Sinnvolles" zu tun und auf einer zweiten semantischen Ebene, ihrem Programmtext, eine poetische Kraft entwickeln. <...> In diesem Fall besteht sogar eine Beziehung zwischen dem, was das Programm tut und dem, was es auf der sprachlich-poetischen Seite aussagt" = Vortrag auf der HyperKult 8, Lüneburg (Juli 1999); hier zitiert aus der Vortrags-Kurzfassung des Tagungsreaders

- hat es Computerprogrammierung immer schon mit narrativen Sequenzen zu tun: "Dann liegt es nahe, zu versuchen, das <sc. Ablauf->Diagramm von vornherein so zu schematisieren, daß es in irgendeiner Form abgelocht werden kann, also zugleich geschriebenes Programm ist. Dies ist nicht in dem trivialen Sinne gemeint, daß man jede Maschinenoperation ins Diagramm bringt <wäre *visual programming*> <...>. Das Diagramm soll nur die logisch erforderlichen Schritte in der richtigen Reihenfolge enthalten" = xxx Zindler, Probleme der Programmierung, in: Allgemeines Statistisches Archiv 43 (1959), xxx-377 (371)

- also eine mithin narrative (Bild-)Sequenz. Narrativität und Programm(ieren) im Widerstreit: "Und einmal mehr taucht die Rätsselfrage auf, in welchem Verhältnis bei Medien Programm und Narrativität stehen."²⁰²

- aktive Archäologie der Computerspiele; Spiel *Mouse in the Maze* bot die Möglichkeit, daß jeder Programmablauf andere Aktualisierungen einer "Geschichte" erzeugte

²⁰² Kittler, "Drogen", 249

- meint Geschichte nicht nur die Ereigniskette, die zwischen Anfang und Ende liegt: "Geschichte meint hier auch eine supplementäre, externe Semantisierung des Bildschirmgeschehens. Angesichts beschränkter graphischer Möglichkeiten werden Computerspiele über lange Zeit von ausführlich bebilderten Anleitungsheften begleitet, die nicht nur durch Illustrationen jenes Ambiente beschreiben, das zu gestalten niedrige Auflösung und Speichermangel dem Spiel selbst verbieten, sondern auch eine Vorgeschichte zu erzählen, deren Ende die Situation ist, an der das Computerspiel beginnt. Die Interaktion beginnt also im Normalfall da, wo die Schrift aussetzt" = Claus Pias, Computer-Spiel-Welten, Kapitel 6: Sichtbarkeit und Kommensurabilität, Paragraph "Spacewar", Anm. 201

- Basis aller Computerspielgeschichten aber ist, unhintergebar, die diskrete Rechenmaschine, und daher ist die Spannung zwischen Zählung und Erzählung unaufhebbar

- John von Neumann / Oscar Morgenstern, Spieltheorie und wirtschaftliches Verhalten, Würzburg (Physica) 1973

Zeitkritik: *Ergodic Computer Games*

- entdeckt Espen Aarseth in dreidimensionalen Computerspielen und Hypertext-Novellen die zeitkritische Ästhetik einer *ergodischen* Kunst, wo die durchspielbaren Ereignisse einer prädestinierten Vorschrift nicht mehr im Sinne einer sequentiellen Erzählung, sondern bestenfalls im Sinne einer vordefinierten algorithmischen Struktur folgen und damit dynamisiert sind. Der Begriff Ergodik ist für die Physik aus dem Griechischen (*ergon / hodos*) entlehnt und meint ein Werk, das buchstäblich erst auf dem Weg entsteht; meint "a type of discourse whose signs emerge as a path produced by a non-trivial element of work"

- Emulation von *The Speaking Clock*:

<http://programmatology.shadoof.net/downloads/speakingClock.sit>, compressed file for Mac to un-compress and read through a freely available emulator for Mac Classic such as SheepSaver. Our digital archivist here points to this tutorial: redundantrobot.com/sheepsaver-tutorial. Someone was able to get the "Speaking Clock" Hypercard stack working with SheepSaver OS 8: <http://elmcip.net/creative-work/speaking-clock> (Hinweise Lori Emerson, November 2015)

- finale Version des Screencasts zu *The Speaking Clock* in YouTube-Konto der Medientheorie HU: deutsche Version: <https://youtu.be/ZHyni32CyQA>, englisch <https://youtu.be/GY7NMsLGm94>

- entstehen ergodische Phänomene, zumeist in Rechner gebettet, in kybernetischen Systemen im Sinne Norbert Wieners - also „a machine (or a human) that operates as an information feedback loop, which will generate a different semiotic sequence each time it is engaged“ <ebd., 32f>. Computerspiele mögen sich zuweilen hinter einer narrativen Struktur tarnen - tatsächlich aber handelt es sich hier, im Sinne Gerard

Genettes, um zwei ausschließliche Diskurse. Das ergodische Element heißt hier *action*, und „the event space is not fixed before the time of play“ <ebd., 35>. Zwischen Entropie und Negentropie: Erst im historischen *re-play* eines Spielverlaufs sieht dieser notwendig und damit narrativ aus - ein aus der quantenmechanischen Beobachtungsunschärfe vertrautes Phänomen:

- keine Determiniertheit / obgleich das Gesamtsystem determiniert; Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik; Universum kein geschlossenes System, weil Entropie-Löcher

- "Once realized, the ergodically produced sequence may be regarded and narratively reproduced as a story, but not one told for the player's benefit at the time of playing. <...> The production and reproduction of such a sequence are two very different things, just like the difference between the video-record of an event and the event itself" = Aarseth 1999: 35

- Lacan, grad/ungrad-Spiel (Hazardeur); nicht das Spiel, erst die Erzählung seines Verlaufs narrativ; kommt Zeitkritik ins Spiel: "If games such as *Doom* demand ergodic closure, the reduction of an event space into a single, successful event time, poetry generators such as John Cayley's *The Speaking Clock* challenge our sense of temporal, aesthetic experience in a totally different and open way. Where *Doom*'s event space is controlled and reductive, *Clock*'s excessive combinatorics, which produces a different verbal sequence for every moment the program runs, is based on the internal clock in the computer" = Aarseth 39; von Paul Ricoeur diagnostizierte Verschränkung von Zeit und Erzählung wird reversibel, und Lessings *Laokoon*-Theorem über die Zeitbasiertheit von Literatur rekodiert

- gilt für Computerspiele, daß gleich einer generativen Grammatik die jeweiligen Möglichkeiten als Programm darin angelegt sind. Dennoch generiert die konkrete Ausformulierung durch verschiedene Spieler in verschiedenen Zeiten verschiedene Geschichten - nahe an Shannons Definition ergodischer Systeme aus Quellen mit beschränktem Nachrichtengehalt

- Franz Degler, Erspielte Geschichten. Labyrinthisches Erzählen im Computerspiel, in: "See? I'm Real ...". Multidisziplinäre Zugänge zum Computerspiel am Beispiel von Silent Hill, hg. v. Britta Neitzel / Matthias Bopp / Rolf F. Nohr, Münster 2. Aufl. 2005, 58-72 (59)

Computerspiele: Programme, nicht Inhalte lesen

- adressiert Medienwissenschaft an Computerspiele - im Unterschied zum Inhaltismus, zur anders gemeinten Programm-Fixierung der Fernsehwissenschaften - Frage: Wie entwirft die Maschine den Spieler (Claus Pias)?

- wird von dem Moment an, wo der technologische Grund (die *arché*) von Computerspielen zugunsten diskursiver Aneignung mit ihren narrativen Gebrauchswesen in den Hintergrund tritt, techniknahe Medienwissenschaft (Medienarchäologie) zugunsten von Kommunikationswissenschaft, Mediensoziologie und Publizistik für die Analyse solcher Effekte unzuständig und widmet sich anderen technologischen Epistemologien, bzw. hat die bleibende Funktion, an diesen Grund fortwährend neu zu erinnern

- sind Computerprogramme einmal als Machtspiele und Funktionen der Hardware denkbar (Lara Croft – so Jens Schröter in Paderborn – ist in den Funktionsweisen ihres Körpers bis hin zum Morphing von den Rechenkapazitäten der Maschinen definiert, wird also nur scheinbar narrativ erzählt, sondern tatsächlich gezählt, vollständig gerechnet im Unterschied etwa zum klassischen Film – eine Differenz, die in *Terminator 2* den Kampf der Protagonisten zur Allegorie eines Medienwechsels selbst, vom Analogen zum Digitalen, macht. Weshalb Lara Croft auch nicht leicht re-verfilmbar ist). Zum anderen ist ein Computerprogramm aber auch auf dem Schauplatz seiner Oberfläche lesbar, dem konkreten Interface Monitor, wo es etwa als Adventure-Spiel aufscheint. Was ist – fragt Lorenz Engell – das Eigentliche am digitalen Bild: die Wahrnehmung (*aisthesis*) oder die Notation (das Programm als Partitur)? Bleiben die Film- und Fernsehwissenschaften für die Oberflächen zuständig, im Unterschied zu Medienwissenschaften, die Wissens- als Codearchäologie betreiben? kommt Differenz von Interaktivität und *story telling* ins (Computer-)Spiel, das somit das Ende einer Parabel beschreibt, das mit der graphischen Konfiguration der frühmittelalterlichen Annalistik einsetzt

Das Computerspiel als Kulturtechnik (GAME FACE)

- Aufgabe der Zeitschrift, "in zweimonatlichen Abständen die ephemeren Phänomene um uns herum in Farbe auf den Langzeitspeicher Papier zu bannen - ein Speichermedium mit einer längeren Halbwertszeit als jedes andere Speichermedium (ausgenommen natürlich Granitgravuren). Wir alle werden also durch unsere Tätigkeit zu bewussten Archivaren unseres zeitlichen Umfelds" = Peter C. Krell, <http://www.game-face.de>

- Konferenz über Narrativität und digitale Medien an Yonsai-Universität, Seoul (März 2004); Computerspiel-Arenen in Korea, gegenüber der Tradition des Kinos; koreanische Medienkultur zu erhalten, die ganz entscheidend über die Praxis von Computerspielen läuft (eher als über Informations-Retrieval im Internet); wird Moment kommen, wo nicht nur eine westliche Technologie (das technische Dispositiv der Konsolen etc.) kulturell different angeeignet wird - das Ressort der "cultural studies" -, sondern ihrerseits zur spezifischen Fortentwicklung der Technik führt

- setzt sich GAME FACE Magazin ausdrücklich zum Ziel, das Feld der Entwicklung von Computerspielen nicht nur in seiner ökonomischen Effizienz, sondern auch in seiner medienarchäologischen Tiefe zu behandeln. Tatsächlich werden an solchen Objekten neue Kulturtechniken

trainiert; deren Genese, Technologie und Konsequenzen sowohl technisch kompetent als auch kulturwissenschaftlich informiert zu reflektieren ein genuin medienwissenschaftliches Programm

- "Das „alte Europa“ und hier ganz speziell Deutschland hat eine lange prädigitale Spiele- und Erzählertradition. Auch wenn andere Regionen der Welt technologisch avancierter sind und in den Anfängen eines neuen Mediums von traditionellem Ballast befreit oft unkritischer und damit schneller auf neue Entwicklungen reagieren, so kommt doch immer wieder der Zeitpunkt, an dem ein neues Medium nach einer Klimax und Katharsis zu seiner ihm ädequaten Positionierung findet" = Joachim Sauter, Universität der Künste Berlin, ART+COM AG, Berlin, Grusswort für Erstausgabe von Game Face

Game Face (Kurz-Konzept)

- darf kulturwissenschaftliche Behandlung von Computer- und Videospiele Entwicklereperspektive nicht außer Betracht lassen, "wie eine Theorie der Medien den Buchdruck als Kulturtechnik mit in Betracht zieht" (Kommunikation Peter C. Krell, 14. Februar 2003, zu GAME FACE. Deutschsprachiges Computer- und Videospiele Entwickler Magazin); "im Heideggerischen Sinne eine geisteswissenschaftliche Verantwortung [...], die eng an das Konzept der deutschen Sprache gebunden ist und die es zu verteidigen gilt. [...] Gleichzeitig gibt es eine Reihe von sprachlichen Nuancen, die den Gebrauch der deutschen Sprache verführerisch werden lassen [...] (siehe Goethe, Kant, Hegel, Helmholz, Ebbinghaus, Freud, von Neumann, Bense, Kittler u.v.a.)" = ders.; Computerspielkultur: "scheint die Technik der Kultur vorauszuweichen, obwohl man sie als Teil derselben begreifen muss. Wieder einmal zeigt sich (frei nach Heidegger) ganz deutlich, dass das Wesentliche des Technischen nicht das Technische selbst ist" = ders.

Sampling / zeitdiskrete Proben nehmen

- Descriptive Experience Sampling eine strukturierte Tagebuchtechnik (momentary assessment); tragen Probanden eine Art Uhr, die 10-mal am Tag "random piept. Dann müssen die Probanden ihr Tagebuch (bzw. Ihre Fragebögen ausfüllen in denen dann psychologische Konstrukte so operationalisiert sind, dass man sie eben aus dem täglichen Leben sampeln kann)" = Hurlburt 2006

- das Leben "sampeln" - wie schon Goethes Tagebuch; eine von Robert Steiger zusammengestellte *dokumentarische Chronik* unter dem Titel *Goethes Leben von Tag zu Tag* (Zürich / München 1982). Das Vorwort unterstreicht, daß es sich dabei „um die ursprünglichste Einheit jeglichen Erlebens und Sich-Ereignens handelt“ <5>; „aus Tag nach Tagen besteht denn doch das Leben“ = Goethe an Johann Heinrich Voß den Jüngeren, 22. Juli 1821; Leben vollzieht sich also weniger in organischen

Zusammenhängen denn in diskreten Sprüngen. Weiter Steiger: „Diese Optik der Momentaufnahmen erlaubt das Erfassen der feinsten und verborgensten Entwicklungsmomente“ <5>. 24 Stunden pro Tag Totalaufzeichnung lassen sich im Medium Schrift noch leisten - Techniken einer Selbstaufzeichnung von Seiten Goethes, *écriture de soi* im Sinne Foucaults, und totale Observanz des Individuums von Seiten des Biographen. Erst in seine kleinsten Bewegungsheiten zerlegt wird es überhaupt zum *Individuum*. Und doch spricht sich in Steigers Begriff einer „Optik der Momentaufnahme“ bereits jenes technische Medium, das alle menschlichen (und mithin individuellen) Wahrnehmungsschwellen unterläuft: nicht mehr 24 Stunden Tagebuch, sondern 24 Bilder pro Sekunde Film

Computermedienarchäologie

- Engführung des Konzeptes der Medienarchäologie auf *den / die* Computer; Unterscheidung zwischen prinzipieller Turingmächtigkeit und tatsächlich in physikalischer Hardware implementiertem Computing (Höltgen-Theorem); Computerarchäologie immer im Plural gemeint, *die* konkreten Computerarchitekturen

- heißt Computer(spiel)archäologie im Unterschied zu vorherigen Medien, auch die symbolische Ebene (Quellcode / Source code) freizulegen. Konkret wurde in diesem Fall das Atari-Modul *disassembliert*: eine neue Bedeutung von Archäo-Logie, Freilegung des Computer-Logos (i. U. zur Freilegung der Physik in klassischen Analogmedien)

- eine Archäologie *der* Gegenwart im zwiefachen Sinne: nicht nur ein besseres Verstehen von Gegenwart durch Erforschung antiker Verhältnisse im historischen Sinne, sondern ebenso ein besseres Verständnis der Antike durch retro-aktive Medien *der* Gegenwart (im Sinne des *genitius subiectivus*) - medienaktive Archäologie

- wider die Grabungsmetapher im gängigen Verständnis der *Archäologie des Wissens*: erscheint Foucaults archäologische Methode durchaus metaphorisch, etwa in der Lesart von Deleuze: „Darunter ist eine Forschung zu verstehen, die den `Untergrund´ oder den `Boden´ aufgräbt, auf dem das Denken sich entfaltet und in den es sich versenkt, um seine Begriffe zu bilden.“²⁰³ An dieser Stelle ereignet sich ein fundamentalistisches Mißverständnis der Abgründigkeit aller Archäologie: "Dieser Ausdruck fordert nicht zur Suche nach irgendeinem Anfang auf; er rückt die Analyse nicht in verwandtschaftliche Nähe zu Ausgrabung oder geologischer Sondierung. Er bezeichnet das allgemeine Thema einer Beschreibung, die das schon Gesagte auf dem Niveau seiner Existenz befragt“ - Positivitäten also, historische (oder besser: gleichursprüngliche) Aprioris. Den metaphorischen Untergrund, den Foucaults

²⁰³ Gilles Deleuze, "Der Mensch, eine zweifelhafte Existenz", in ders. / Michel Foucault, *Der Faden ist gerissen*, Berlin (Merve) 1977, 13-20, hier: 18

Wissensarchäologie durchwühlt, gilt es vielmehr in seinen Apparaturen zu bestimmen; das ist die Aufgabe von Medienarchäologie. Denn die Kopplung von Hardware und Logistik bildet „das allgemeine Archivsystem“, dem jeder Diskurs untersteht. „Die Archäologie beschreibt die Diskurse als spezifizierte Praktiken im Element des Archivs.“²⁰⁴ Nur daß das Niveau jener Existenz, das ein technisches Dispositiv, Gestell, Gedächtnis, Speicher ist, von Foucault nicht konkret benannt wird; um das allgemeine Archivsystem als spezifisches zu identifizieren, ist Diskursanalyse auf Medienwissenschaft als Wissen um technische Medien angewiesen.

- medienarchäologische Praxis radikal nondiskursiv. Was klassische Archive "zum Sprechen" brachte, ist der historische Diskurs: "Und in diesem Sinne wird das Gedächtnis durch die Kraft der Seele, sich die Welt vorzustellen, in Tätigkeit gesetzt." <Alexander Gottlieb Baumgarten, *Metaphysica*, § 580>. Doch was heutzutage technische Speicher in Bewegung setzt und damit individuelles und kollektives Gedächtnis triggert, sind alphanumerische Adressierungen, die als solche radikal non-diskursiver Natur sind und vielmehr Befehle darstellen

- unterscheidet sich "radikale Medienarchäologie" nicht nur von sanften Variantologien vergangener *dead media*; ist "radikal" eher im Sinn des mathematischen Wurzelzeichen: keine historistische Rückführung auf "Anfänge", geht sie vielmehr techno-logischen Verhältnissen *auf den Grund* geht; Archäologie des Computers umfaßt wesentlich logische Komponente (Programmierung)

- Hex-"Dump"-Anzeige von Speicherzeichen; Erscheinungen auf dem Computerbildschirm zunächst *Speicherbilder*

- Unterschied von Foucaults Archäologie von Diskursen zur Medienarchäologie, die sich dem technischen Apriori widmet

- kein anderes technisches Medium, das so viele Formen von komplexem Zeitverhalten realisiert, als der Computer

- muß neben die Unterscheidung von Hard- und Software für Computer auch die seines Maschinen*verhaltens* treten (Argument Horst Völz); prozessuale Medienarchäologie

- zeitlicher Parameter die notwendig dritte Komponente dessen, was techno-logische Maschinen definiert, im Unterschied zum klassischen kulturellen Artefakt, welches den Gegenstand von Archäologischen Museen bildet, und zur traditionellen archivischen Urkunde. Nicht allein der dokumentierte Quellcode ist die textuelle Archivalie; zur Definition einer archivischen Computer-Urkunde gehört, daß sie erst *im Vollzug* auf einer konkreten Maschine zu sich kommt, also recht eigentlich erst damit zur "Archivalie" wird; codephilologisches Argument Diss. Hiller

²⁰⁴ Foucault 1969/1973: 190

- Buchtitel von Eivind Rossaak (Hg., *The Archive in Motion*, Oslo 2010) zu spielen: Die Archivalie muß erst "in motion" gesetzt werden, um zum archivischen Dokument zu werden. In Anlehnung an eine begriffliche Differenzierung in Foucaults *Archäologie des Wissens*: Der diskrete Computer umgreift sowohl Dokument (Quellcode) und Monument (konkrete Hardware-Architek(s)ur
- Hardware ohne Code, und umgekehrt Software ohne Materialität, wären allesamt nicht "Computer". Das alles verlangt *differente Grabungspraktiken*.
- Computerspielphilologie, aber im Sinne einer digitalen Forensik (Matthew Kirschenbaum)
- Raiford Guins, *Game After. A Cultural Study of video Game Afterlife*, Cambridge, Mass. / London (MIT Press) 2014 problematisiert den Begriff der "Geschichte" von Computerspielen, deren Emulation, museale Erstarrung und Archäologie (E.T.-Spielvergrabung); ferner: Wiedervollzug von *Tennis for Two*

Kriegs- und / oder Computerspiel

- taktischer Kriegsspielapparat, den Kriegsrat George Leopold Baron von Reisswitz in ein und demselben Kontext der Befreiungskriege für König Friedrich Wilhelm III. baute - ein Spiel, das im Unterschied zu barocken Denkspielen an die Stelle von Ornamenten die mathematisch-strategische Berechnung von Wahrscheinlichkeiten stellte und folglich "mit dem Reellen operieren" will. Die Kommunikation der Mit- und Gegenspieler lief hier nicht mehr *face to face* respektive mündlich, sondern in definitiv getakteten Zeiträumen auf Schiefertafeln; die Abläufe werden so in diskrete Schritte zerlegt, d. h. algorithmisierbar. Seitdem brauchen von geografischen Räumen lediglich die zeitlichen Daten gewußt zu werden, welche die medialen Systeme ihrer Überwindung oder optischen Erfassung liefern. „So wie sich geschichtliche Daten und solche zukünftiger Szenarien dem Echzeitsystem, das der taktische Kriegsspielapparat abgibt, zuführen ließen, transformierte sich auch der klassische Feldherrnhügel in eine Schreibstube"²⁰⁵

- George Leopold Baron von Reisswitz, *Taktisches Kriegs-Spiel oder Anleitung zu einer mechanischen Vorrichtung um taktische Manoeuvres sinnlich darzustellen*, Berlin (Gädicke) 1812

Computerspiele und / oder Erzählung

²⁰⁵Philipp von Hilgers, *Spiele am Rande der Unberechenbarkeit*, in: Bodo-Michael Baumunk / Margret Kampmeyer-Käding (Hg.), *Katalog VII zur Ausstellung 7 Hügel - Bilder und Zeichen des 21. Jahrhunderts: Träumen. Sinne, Spiele, Leidenschaften: Über die subjektive Seite der Vernunft*, Berlin (Henschel) 2000, 109-111 (110)

- "das Störsignal wird selbst wieder zum Träger narrativer Elemente" <Bruns xxx: 196>; Videobilder im Film: Störbilder, verrauschte Bilder, Loops: "Störbild wie auch Loop lassen sich hier als Metapher des Übergangs in andere `Welten´ lesen, eine Funktionalisierung, die sie mit den Computerspielen teilen"; etwa die "dreamlike quality" (David Lynch) in *Lost Highway*; hier "knüpft sich über die narrativen Momente des sofortigen und/oder wiederhol/ten Abspielens die Möglichkeit einer scheinbaren Delinearisierung der Filmzeit als Spiel mit erzählter und Erzähl-Zeit."²⁰⁶

- Adventure-Games als Hybride; Video-Inserts als story-Elemente

- fragmentierte Erzählungen, um Knotenpunkte (Topologie) zu re-linearisieren

- narrative Form des Diskurses "nur ein *Medium* für die Botschaft, das nicht mehr Wahrheitswert oder informatorischen Inhalt besitzt als jede andere formale Struktur, etwa <...> eine mathematische Gleichung. Als Code betrachtet entspricht die Erzählung einem Vehikel etwa im dem Sinne, in dem das Morsealphabet als Vehikel für die telegraphische Nachrichtenübermittlung dient" = White 1987: 75

- erzeugen im Computerspiel die Betonung der Geschwindigkeit und die wachsende Schnelligkeit der Information "beschleunigtes Vergessen und führen zu einer Auslöschung der Historie und des Narrativen" = Martin Berghammer, "Where do you want to play today?", in: Kunstforum International Bd. 155, 293-295 (295)

Der kalte medienarchäologische Blick

- Radio als transmaschinales Medium

- "Information is information, not matter or energy. No materialism which does not admit this can survive at the present day" = Wiener, Norbert: *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, hier: 132

- kritisiert Johann Gottfried Herder die "Kälte" der seinerzeit neuesten mechanischen Erfindungen²⁰⁷; die methodische Antwort darauf ist der medienarchäologische Blick, der sich nicht abwehrend, sondern affirmativ auf diese Kälte, also auf die Perspektive der Maschinen einzulassen gewillt ist, in einer Art verkehrter Anthropologie. Dieser kalte Blick aber ist ein theoretisch passionierter: Gilt es doch, den epistemologischen Bruch

²⁰⁶ Karin Bruns, Stück-Werk. Zur ästhetischen Funktion von Video-Inserts in Film und Computerspiel, in: REC. xxx, hg. v. Ralf Adelman xxx, 182- (188f)

²⁰⁷ Herder, Johann Gottfried: Abts Anmerkungen über die Deutsche Sprache, in: ders., *Sämtliche Werke*, hg. v. Bernhard Suphan, Bd. 2, Berlin (Weidmannsche Buchhandlung) 1877, 325-363, hier: 333

zwischen klassischen und transklassischen Maschinen²⁰⁸ ebenso leidenschaftlich zu denken, wie es in der Epoche Andrei Platonovs das Maschinendenken mit den Begriffen der idealistisch-romantischen Epoche zuvor vollzog

- "Maschinen-Denken" heute ein Anachronismus? Gefahr, in eine semantische Falle zu tappen, sobald der Maschinenbegriff weitgehend undifferenziert (d. h. ohne die notwendigen Epitheta) auch für post-energetische Prozesse verwendet wird; meint Präfix "post-" hier, in Anlehnung an die Theorie der Post-Moderne die Markierung eines Bruchs, der jedoch nicht zum Ersatz des Vorherigen führt, sondern dieses vielmehr aufhebt in anderer Konfiguration; von daher die linguistisch unelegante, aber tatsächlich sehr präzise Reihe von "Postismen" im letzten Viertel des 20. Jahrhunderts

Turing-Maschine

- Unterschied zwischen einer thermodynamischen und einer symbolverarbeitenden Maschine ein entscheidender; liegt im Wesen von Shannons Umdefinition der "Entropie" als Maß von Information

- macht Michel Serres einen Unterschied zwischen Technik und Technologie; setzt den „harten“, auf entropischer Ebene arbeitenden Techniken der Industriellen Revolution, kurz: den Maschinen (Mechanik / Thermodynamik), die „sanfte“ Technologie der Datenträger auf negentropischer Ebene entgegen: „Daher behalte ich den Ausdruck `Technologie´ jenen / Artefakten vor, die mit Zeichen, also mit dem Logos umgehen, und stelle ihnen die „Techniken“ entgegen, deren energetischer Wirkungsbereich um den Faktor 10^{16} höher liegt.“²⁰⁹

- begründet Arnost Kolman seine Rede von der "Kybernetik-Apparatur" in diesem negentropischen Sinne: "Ich sage nicht Maschine, weil die Kybernetik-Apparatur eigentlich nicht dasselbe ist wie eine Maschine, denn sie ist nicht zu da, Energie, sondern Entropie zu transformieren."²¹⁰

- techno-logisches Scharnier zwischen Hard- und Software, also zwischen *techné* und Mathematik, ist das Kalkül, wie entworfen von Leibniz und dann überführt in Algorithmen, also eine Form mechanisierter Mathematik: mechanische Intelligenz in Form diskreter Symbole. Sybille Krämer definiert das Leibnizsche Kalkül: "Es ist also die Doppelfunktion, zu

²⁰⁸ Zum Begriff der "trans-klassischen Maschine": Gotthard Günther, Das Bewußtsein der Maschinen. Eine Metaphysik der Kybernetik, Krefeld / Baden-Baden (Agis), 2. Aufl. 1963, Anhang IV ("Die 'zweite' Maschine"), 179-203. Siehe auch Max Bense, Kybernetik oder Die Metatechnik einer Maschine, in: Ausgewählte Schriften, Bd. 2: Philosophie der Mathematik, Naturwissenschaft und Technik, Stuttgart 1998, 429-446; Wiederabdruck in: Kaleidoskopien. Medien - Wissen - Performance, Bd. 5 (2004), 50-61

²⁰⁹ Michel Serres, Der Mensch ohne Fähigkeiten. Die neuen Technologien und die Ökonomie des Vergessens, in: Transit 22 (Winter 2001/02), 193-206 (194f)

²¹⁰ Arnost Kolman, Zu den jüngsten Auseinandersetzungen über philosophische Fragen der Kybernetik, in: Kybernetik in Wissenschaft, Technik und Wirtschaft der DDR, Konferenzband Deutsche Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Oktober 1962, 47-52 (51)

repräsentieren und zugleich mit dem, was repräsentiert wird, auch zu operieren, worin die intellektuelle Wirkungskraft der Kalküle wurzelt. Was sie zu einer "symbolischen Maschine" <...> macht, ist, daß die Regeln der symbolischen Ordnung keinen Bezug nehmen auf das, was die Symbole jeweils bedeuten" = Sybille Krämer, Kalküle als Repräsentation. Zur Genese des operativen Symbolismus in der Neuzeit, in: Räume des Wissens. Repräsentation, Codierung, Spur, hg. v. Hans-Jörg Rheinberger, Berlin 1997, 111-122 (116) - *diagrammatiquement*

Imaginierte Maschinen

- speichern Patentämter ganze Serien von Entwürfen technischer Artefakte, die wohl durchdacht, nie aber gebaut worden sind und im Zustand des Symbolischen (ob Schrift, Druck oder technische Zeichnung) verblieben - Forschungsgegenstand von Medienarchäologie; in *Lab 1996/97* durchlaufende Abbildungsreihe läßt gerade solche Maschinen zur Darstellung kommen, die tatsächlich gebaut werden können, etwa Vannevar Bushs *Memex* nun im Deutschen Technikmuseum Berlin, Abteilung Nachrichtentechnik; Medienarchäologie als *reverse engineering*

- Hachette, *Cours de Geometrie Descriptive* (1811) mit Leerstellen für noch zu erfindende Maschinen; Tafeln mit Symbolen einer *machine elementaire*; abgebildeten Maschinenelemente zu instanzierende "Objekte" im Sinne der OO-Programmierung

- bei Monge Maschinen nicht mehr der Architektur unterstellt, sondern der Mathematik (die geometrisch wie numerisch ausgedrückt werden kann); im kombinatorischen Tableau die symbolische Maschinerie schon angelegt / wird damit Teil der Logik; Maschine als aus Elementen beschriebenes Ganzes (Modell Alphabet, Karsakov 1832); analytischer vs. "ganzheitlich"-vitalistischer Ansatz

- Franz Reuleux, *Theoretische Kinematik* (1875): Maschinen verwischen die Grenze zwischen natürlicher und künstlicher Bewegung; werden in der "Verkettung" vormals getrennte Elemente operativ und in quasi-symbolischer Notation an- und beschreibbar

- taucht Maschinenbegriff über graphische / diagrammatische Darstellung auf, nicht über konkrete Apparate (Argument Sandrina Chaled)

Papiermaschinen

- Im selben Jahr, als in zweiter Auflage die *Magia Catoptica* seines Lehrers Athanasius Kircher erschien (1671), veröffentlicht Caspar David Schott seine *Magia optica - das ist geheime doch naturmässige Gesicht= und Augen=Lehr*. In Buch VI „Von der Spiegelkunst“ zerlegt er die Allegorie-Maschine Kirchers in ihre funktionalen Bestandteile und experimentiert mit unterschiedlichen Varianten der Bilderzeugung und Projektion; detaillierten

Skizzen demonstrieren, daß er die verschiedenen Artefakte und Systeme nicht nur imaginiert, sondern (anders als Kircher) in präzise Bauanleitungen zu transformieren vermag; Siegfried Zielinski, *Expanded Reality*, in: Florian Rötzer / Peter Weibel (Hg.), *Cyberspace. Zum medialen Gesamtkunstwerk*, München 1993

- meldet Leibniz in einem Brief 1671, eine „Lebendige Rechenbank“ erfunden zu haben; führt 1673 Leibniz ein erstes Versuchsmodell seiner Erfindung der Royal Society in London vor und verspricht, alsbald eine voll funktionsfähige Maschine zu liefern. Ungeachtet weiterer Ausführungen dominiert medienarchäologisch eine nahezu unüberbrückbare Distanz zwischen den Papierentwürfen und ihrer Konkretion im technischen Artefakt. „Voici la nouvelle construction“, triumphiert eine Skizze aus dem Leibniz-Archiv Hannover autoreferentiell; Abb. in *Lab* (c/o Bernhard Dotzler)

- schreibt Konrad Zuse 1935, habe er beschlossen, „Computererfinder zu werden“; verzeichnen seine Tagebuchnotizen ab 1937 Einfälle über ein „Mechanisches Gehirn“: „Ein primitiver Typ eines mechanischen Gehirns besteht aus einem Speicherwerk, Wählwerk und einer einfachen Vorrichtung, in der einfache Bedienungsketten <...> behandelt werden können“; Skizze am Ende einer langen Notiz vom 4. 6. 1938: „Vereinigung von Arbeits- und Planwerk“; über das Verhältnis solcher Ideen zu ihrer Realisierung Zuses Autobiographie: „Es gibt dafür verschiedene schaltungsmäßige Lösungen. Ihnen allen liegt ein gemeinsamer Gedanke zugrunde: die Rückwirkung des Ergebnisses der Rechnung auf den Ablauf und die Gestaltung des Programmes selbst. Symbolisch kann man das durch einen einzigen Draht darstellen. Ich hatte, offen gesagt, eine gewisse Scheu davor, diesen Schritt zu vollziehen“, zitiert nach Bernhard Dotzler 1996: 84

- Abbildung in: Dotzler 1996: 530 (Leibniz, Skizze der Machina Arithmetica, in: *Miscell. Berol.* p. 317)

- Abb. in: Bernhard J. Dotzler, *Papiermaschinen: Versuch über Communication & Control in Literatur und Technik*, Berlin 1996 (Akad. Verl.), 31: Zuse, Skizze der Prinzipschaltung "Vereinigung von Arbeits- und Planwerk", Tagebucheintragung v. 4. Juni 1938; Konrad Zuse, *Der Computer. Mein Lebenswerk*, 2. überarb. Aufl. Berlin / Heidelberg / New York / Tokyo 1984, 173

Three Lessons in Architecture

- Daniel Libeskind, *One to the other*. Arbeiten 1983-1987, Ausstellungskatalog Galerie für Architektur Aedes, Berlin 1987

- stellt Daniel Libeskind (Architecture Intermundium Mailand) auf der 3. Internationalen Biennale der Architektur in Venedig drei große elementare Maschinen vor:

a) *Reading Machine*: funktional nutzlose, aber kinetisch schöne Lese-Maschine, Petrarca gewidmet; 1588 interpretiert Agostino Ramelli die epistemologische Metapher vom „Buch der Natur“ auf seine Weise, indem er ein Bücherrad mit Planetengetriebe konzipiert: *Le diverse et artificiose machine*, Paris 1588

b) *Memory Machine* Erasmus gewidmet, bezog sich auf Camillos *Theatrum memoriae* einerseits, auf Tatlin andererseits

c) *Writing Machine* aus 49 Würfeln; Module mit verschiedenen Mustern, die in einer komplizierten Mechanik immer neue Kombinationen (und damit Architektur) schreibt; Begriff Computerarchitektur für Programmieren löst diese Maschinenphantasie ein

- wird die rhetorische *techné* in Maschinen mechanisch.

Mathematische Maschinen

- von Carl Friedrich Gauß der überliefert, es liege "eine Art von Poesie im Berechnen von Logarithmentafeln"; die nicht-poietische Antwort auf das Berechnen von Logarithmentafeln (die als Druckwerk immer fehlerbehaftet sind) Charles Babbages Entwicklung einer *Difference Engine*; bereits der Rechenschieber ein Analogrechenwerkzeug zur Durchführung solcher Berechnungen. Im Extremfall tritt *Automathesis* (von Automaten) an die Stelle humaner mathematischer Imagination; "prägt man sich die wichtigsten Regeln für die Verwendung des Rechenschiebers gut ein, so wäre es durchaus möglich, mit ihm wie mit Logarithmen zu rechnen, ohne die tiefere mathematische Begründung seiner Konstruktion zu kennen"; und doch gestattet erst "das Beherrschen der mathematisch-theoretischen Grundlagen des Rechenschiebers, mit Hilfe der Logarithmentafeln die Logarithmen auch schriftlich anzuwenden" = H. W. Fricke, *Der Rechenschieber*, 3. Aufl. Leipzig: Fachbuchverlag, 1954, Vorwort: v.; eigentliche Maschine hinter der Maschine ist also die Kenntnis der mathematischen Regel, mithin der Kalkül / Algorithmus

Automat(h)esis

- Differenz von Maschine und Elektronik: Videowerk jenseits der Maschinenkunst; elektronische Medienprozesse (auditiv, visuell oder rein rechnend) vollziehen Zeitereignisse in einer Weise, wie sie dem Wahrnehmungs-, Nerven- und Signalsystem des Menschen nahekommt = Nam June Paik, *Input-Zeit und Output-Zeit*, in: Nam June Paik, *Niederschriften eines Kulturnomaden. Aphorismen, Briefe, Texte*, hg. v. Edith Decker, Köln (DuMont) 1992, 139 f.

- Wesen elektronischer Schaltungen, daß deren Prozessen ein Selbstlauf eignet, unabhängig von subjektbewußten Entscheidungen; Maschinenphilosophien von Deleuzes und Guattari, Descartes: Souverän des Wissens nicht mehr das Individuum, sondern der Automat, dessen

Bedingungen sich das Denken fügt. „Erst in diesem Gewählt-Werden beginnt das Denken“ = Jens Gerrit Papenburg, Der Synthesizer als Apriori: Körper und Maschinen in der Popmusik, in: Paragrana. Internationale Zeitschrift für Historische Anthropologie 14, Berlin (Akademie Verlag) 2005, Heft 2

- selbstreproduktive Automaten: John von Neumann, Theory of Self-Reproducing Automata, hrsg. v. Arthur W. Burks, Urbana, Ill. / London (University of Illinois Press) 1966; Rhys Jones et al., RepRap - the replicating rapid prototyper, in: Robotica Bd. 29 (2011), 177-191; Umberto Resavento, An Implementation of von Neumann's Self-Reproducing Machine, in: Artificial Life, Bd. 2 (1995), Heft 4, 337-354

Maschinen denken

- Hans-Christian von Herrmann / Wladimir Velminski (Hg.), Maschinentheorien / Theoriemaschinen, Frankfurt/M. et al. (Peter Lang) 2012

- treten neben den thermisch-physikalischen Maschinen (klassische Physik) nun die mathematischen Maschinen / die mechanisierte Mathematik (Computer, Turing-Maschine) beiseite als ein anderer, primär non-energetischer, informativer Typus

- Maschinen denken heißt diagrammatischen Denken

- *ist* der Mensch im Zustand der Maschine, wenn er rechnet. "As Turing points out, in its extreme form the argument implies that the only way in which one can be sure that the machine thinks is to *be* the machine" = in: Bowden (Hg.) 1971: 320

- im Anschluß an Lacan: teilen mathematisierte Maschinen mit Menschen das Unbewußte; Jacques Lacan, Psychoanalyse und Kybernetik oder Von der Natur der Sprache [*1955], in: ders., Das Seminar II. Das Ich in der Theorie Freuds und in der Technik der Psychoanalyse, Weinheim / Berlin 1991, 373-390

- ist ein rechnender Computer nie in einem historischen Zustand, es sei denn als stromloses Ausstellungstück in einem Technikmuseum

- verdeckt der Begriff der Maschine die Einsicht in das (Elektro-)Technologische. Das Wesen des Technischen nichts Technisches (Heidegger); dem entgegen: das Wesen des Elektrotechnischen (seit Faraday / Maxwell) nichts Altgriechisches

- die Maschine kein Ebenbild menschlicher Handlungen; werden Menschen von ihnen vielmehr gestellt, zu deren Replikanten

- statt "Urmachine" die *arché* der Maschine denken, die Arché-Logie (techno-logisch, techno-mathematisch)

- für einen medientheoretischen Maschinenbegriff entscheidend der Vollzugscharakter, die Zeithaftigkeit (wenngleich dort auf thermodynamische Wandlung von Energie beschränkt); in technischen Medien Signalverarbeitung statt Semiotik

- Übergang von thermischer zu elektrischer Energie. Faltmaschinenbuch (selbst also eine Buchmaschine, dreidimensionale Maschinendiagramme) *Dampf und Elektrizität* ca. 1900: sanfter Übergang der Energieform oder das Bewußtsein eines techno-epistemologischen Bruchs; Wandlung von thermischer in elektrische Energie (und deren kybernetischen Hybride, etwa die Steuerung eines Motorflugzeugs durch Elektronik) nach 1900 ebenso revolutionär wie später analog-digital-Wandlung; staunenswert (im Sinne der epistemologischen Fragestellung) die Wandelbarkeit als solche, wo doch zwei grundverschiedene Wesenheiten vorliegen

Ideenmaschine (Karsakof, Babbage)

- beginnt Semen Karsakof, *Aperçu d'un procédé nouveau d'investigation au moyen de machines à comparer les idées*, St. Petersburg 1832: "L'homme pense et ses actions sont machinales." Sprache und Schrift "ne sont que des opérations mécaniques de l'intelligence"; insistiert Karsakof also auf der medienarchäologischen Definition von Schrift: "fixer les idées sur la matière". Maschinisierbar aber werden komparative Operationen von Datenmengen erst dann, wenn man die Schreibfläche selbst mechanisiert; Karsakov: "Wenn wir <...> Ideen durch Zeichen ausdrücken, die aus tatsächlich materiellen Körpern bestehen, versehen mit Länge, Breite und Tiefe, werden <...> wir die Gelegenheit haben, die physikalischen Eigenschaften jedes Zeichens zu nutzen und sie dazu bringen, rein geistige Fragen zu lösen"; der ganze Unterschied zwischen rein symbolischen und im Realen der Physik implementierten Maschinen

- "Es gibt Objekte des Unterrichts, die in Büchern können vorgetragen, aber nie aus bloßen Büchern gefaßt, nie durch bloße Worte gelehrt werden, die durchaus Anblick, Gegenwart, Darlegung wollen. <...> Kupfer<stiche> helfen hier wenig oder nichts, sie legen die Maschinen nicht auseinander, setzen sie nicht wieder zusammen, zeigen sie nicht in Bewegung, zeigen nicht die Handgriffe der Arbeiter usw." = Johann Jakob Engel. Denkschrift über Begründung einer großen Lehranstalt in Berlin (13. März 1802), in: Müller (Hg.) 1990, 6-17 (6); werden Datenmengen maschinisierbar erst dann, wenn man die Schreibfläche selbst mechanisiert

- kommt das Diagrammatisch ins Spiel: die Form von symbolischer Notation, die selbst schon Maschine ist, so entworfen und kommentiert im "Sketch of the Analytical Engine invented by Charles Babbage" durch L. F. Menabrea, Turin, orig. in der *Bibliothèque Universelle de Genève* Nr. 82, Oktober 1842; hierin über die Difference Engine: "The drawings are nearly finished, and the mechanical notation of the whole, recording every motion of which it is susceptible, is completed" = zitiert nach Bowden

(Hg.) 1971: 342 (Appendix); eine veritable "operative Schrift" (Sybille Krämer), doch hier als *Diagrammatik*; Einschränkung: "The machine is not a thinking being, but simply an automaton" = zitiert nach Bowden (Hg.) 1971: 349

- "The power of repeating the cards <...> reduces to an immense extent the number of cards required", kommentiert Ada Lovelace in ihrer "Note F" (Lovelace, in: Bowden 1971: 395), und beschreibt damit die Mächtigkeit rekursiver Schleifen und Operationen: "It is obvious that this mechanical improvement is especially applicable wherever cycles occur in the mathematical operations, and that, in preparing data for calculations by the engine, it is desirable to arrange the order and combination of these processes with a view to obtain them as much as possible symmetrically and in cycles" = ebd."

- wird Behauptung Cassirers, daß der Geist sich in "sinnlichen Zeichen" entäußert, auf die operative Ebene weitergedacht

Diagrammatisches Denken / Bewegung / symbolische Maschinen

- im Digitalcomputer je nach Befehl mehrere Maschinenzyklen zur Ausführung vonnöten; der erste heißt Befehlslesezyklus (*instruction op code fetch*); ein *Zeitdiagramm* zeigt den gesamten Befehlszyklus

- Grenzen des Diagramms und des Schaltplans (respektive der logischen Schaltung): digitaler Kontrollmechanismus meint "a sequence of choices from a finite set of primitive functions, which can be arranged in arbitrary order. Such digital machines cannot be fully represented using diagrams. They must be specified in a symbolic way, for example using a sequence of arbitrary symbols for the basic functions, in the order in which they are to be executed"²¹¹ - die Programmierung eines Rechners

- "Machine/diagramme" (Maxwell et al.), le diagramme comme machine (*Schaltplan*) / le diagramme entre machine ("circuit diagram") et calcul

- analytische Geometrie, verkörpert im kartesischen Achsensystem, bis hin zur vollständigen Mathematisierung der Bewegung; ein Archiv der Bewegungsformeln, mithin: der Differentialrechnung, ansatzweise Brüder Weber, als sie die Mechanik des menschlichen Ganges kinetisch zu berechnen suchten und mit der Analyse die Grundlage für künstliche Bewegungssynthese (im Umkehrschluß) schufen; ihrem Buch chronometrische und mathematisierte, weil Schrittlänge und Schrittdauern diagrammatisch überlagernde Darstellungen beigelegt = Eduard Weber und Wilhelm Weber, *Die Mechanik der menschlichen Handwerkzeuge* [*1836], in: Wilhelm Weber's Werke, hg. v. d. Kgl. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, Bd. 6, Berlin (Springer) 1894; stellt sich bei ihrer Ansicht ein

²¹¹ Andreas Brennecke, in: Raúl Rojas / Ulf Hashagen (Hg.), *The First Computers. History and Architecture*, Cambridge, Mass./ London (MIT Press) 2000, 60

geradezu proto-kinematographischer, buchstäblich kinästhetischer Effekt ein, den keine verbale Beschreibung (*ekphrasis*) zu erreichen vermag.

- setzt Analyse als Signatur wissenschaftlichen Denkens im Abendland - so Marshall McLuhan - epistemologisch mit der Elementarisierung gesprochener Sprache in diskrete Buchstaben ein; gilt dies vorgelagert bereits für menschliche Sprache als "Artikulation" (Zergliederung, maschinenhaft reproduzierbar und rekombinierbar); ist "das kybernetische Verfahren (oder die Automation) gegenüber der vorausgehenden Epoche industrieller Mechanisierung "keine bloße Zergliederung (Analyse), sondern eine "Denk- genauso wie [...] Handlungsweise" = McLuhan 1964/1968: 269

- Ästhetik der Quantifizierung laut Wolfgang Heise in Altgriechenland vor dem Hintergrund der Geldzirkulation in Form gleichmäßig abgeteilter Münzen; bei Pythagoras aber (insistiert Kittler) erschließt sich die Einsicht in quantitativ wohlgeordnete Relatione nicht am Geld, sondern an der erklingenden Musik (Abteilung des Monochord)

Grundlagenkrise der Mathematik

- keine Tradition von Maschinenbauern und Ingenieuren, sondern die Grundlagenkrise der Mathematik (Weyls versus Hilbert), die zum Entwurf des Computers durch Alan Turing führte; Hermann Weyl, Über die neue Grundlagenkrise der Mathematik, in: Mathematische Zeitschrift 10 (1921); Andrew Hodges, Alan Turing. Enigma, Berlin 1989

- rekurrieren Formalisten auf die mechanische (syntaktische) Auffassung von Zeichenoperationen

- träumte Turing als Kind davon, Schreibmaschinen zu erfinden = Hodges 1989: 114; schreibt 1936: Wenn ein Mann "gerade" eine reelle Zahl (kopf- oder papier)rechnet, *ist* er im Maschinenzustand.

- Tastet die Turing-Maschine ein Symbol feldweise ab, ist sie sich dessen "direkt bewusst" = Alan Turing, Über berechenbare Zahlen mit einber Anwendung auf das Entscheidungsproblem (1937), in: ders., Intelligence Service, Berlin (Brinkmann & Bose) 1987, 20; EO "aware"

- Mechanisierbarkeit ist bei Hilbert schon angelegt. Turing weist dann auf, "dass mathematische Handlungen als mechanische aufgefaßt werden können" = Rölller 19xxx: 151

Zum Begriff der Maschine, des Maschinischen und des Mechanischen

- Begriff der "mechanischen Maschine" keine Tautologie, sondern eine Unterscheidung gegenüber rein symbolischen, diagrammatischen, abstrakten und Theorie-Maschinen
- Äquivalenz von Mathematik und Maschine (Hilbert, im Anschluß daran: Turing): "We can mechanize insofar as we can make a formal rule."²¹²
- "Wir bezeichnen mit dem Namen `Maschine´ jede Kombination von unbelebten oder ausnahmsweise sogar belebten Teilen, die fähig ist, den Menschen in der Ausführung einer von Menschen geplanten Gesamtheit von Operationen zu ersetzen" = Louis Couffignal, Denkmachines, Stuttgart 1955, 15
- Gotthard Günther, Das Bewußtsein der Maschinen. Eine Metaphysik der Kybernetik, Krefeld / Baden-Baden (Agis) 1963, Anhang IV "Die `zweite´ Maschine", 179-203: Eskalation der "Prothesen"-Theorie McLuhans; Ausdifferenzierung des Maschinen- und kybernetisierten Medienbegriffs. "Im Gegensatz zum Werkzeug und anders als dieses wirkt das Instrument nicht auf die Stoffe ein: Es ist ein Modell und ein Modus der Kontrolle."²¹³
- http://kulturinformatik.uni-lueneburg.de/warnke/das_seufzen_der_olimpia.pdf
- *mechané / machina* im Unterschied zu den *cheirotechnai* = Handwerk im Unterschied zur Ingenieurskunst (bei Aristoteles)
- Begriff der *artes mechanicae* erst bei Martianus Capella (2. Hälfte 4. Jahrhundert) und bei Augustin; christliche Abwertung; Kritik des Vatikan an selbstspielenden Kirchenorgeln (Firma Barbieri)
- Eleonore Kalisch, Konfigurationen der Renaissance. Zur Emanzipationsgeschichte der ars theatra, Berlin: Vistas 2002, 194, unter Bezug auf: F. Krafft, "Mechanik", in: Historisches Wörterbuch der Philosophie, hg. v. Joachim Ritter / Karlfried Gründer, Bd. V, Darmstadt 1980, Sp. 952
- Ingenieure in Alexandria: Philon von Byzanz (2. Hälfte 3. Jh. v. chr.), *Mechanike Syntaxis* Handbuch Ingenieurskunst (Hebezeuge, mathematisch fundierte Einleitung, Geschützbau, Saug- und Druckluft beim Appartebau; Wasserorgel, Festungsbau; Belagerungsmaschinen); später Heron von Alexandria (2. Hälfte 1. Jh. v. Chr.), *Mechanika* (in arabischer Übersetzung überliefert); später Pappos: gehört zur Mechanik auch die geometrische Konstruktion und Lösung mit Hilfe von Zirkel, Lineal

²¹² Zitiert nach: Steve J. Heims, John von Neumann and Norbert Wiener. From Mathematics to the Technologies of Life and Death, Cambridge, Mass. / London (MIT Press) 1980, 79 (Motto zu Kapitel 4 "The rational poker player")

²¹³ Serge Moscovici, Versuch über die menschliche Geschichte der Natur, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1990, 220

- "When I refer to a machine as being able to do some operation, I mean that it can do it more or less without assistance from the user. This disqualifies the abacus from consideration."²¹⁴

- "Tafeln für die gewisse Fälle berechnet sind, Maasstäbe können demnach bloß als Werkzeuge, aber nicht als Maschinen betrachtet werden. So ist auch der einfache Hebel für sich betrachtet nur ein Werkzeug, wird aber durch die Unterlage Maschine" = Johann Paul Bischoff, Versuch einer Geschichte der Rechenmaschine, Ansbach 1804, hg. v. Stephan Weiß, München (Systema) 1990, Einleitung (17)

- für G. W. F. Hegel die Maschine die Veräußerlichung der Arbeit; geht über das Werkzeug hinaus: "In dieser Abstumpfung der mechanischen Arbeit liegt aber unmittelbar die Möglichkeit, sich ganz von ihr abzutrennen; weil die Arbeit ganz quantitativ ohne Mannigfaltigkeit ist, also das Subsumieren derselben in der Intelligenz sich aufhebt, so kann ein absolut Äußeres, ein Ding, durch sein sich gleich Sein und ebenso in seiner Arbeit als seine Bewegung gebraucht werden; es kommt nur darauf [an], ein ebenfalls totes Prinzip der Bewegung für dasselbe zu finden; eine sich differenzierende Gewalt der Natur wie die Bewegung des Wassers, des Windes, des Dampfes usw., und das Werkzeug geht in die Maschine über, indem die Unruhe des Subjektiven, des Begriffs, selbst außer dem Subjekt gesetzt wird."²¹⁵

- macht es für Hegel keinen Sinn, "für den Ausdruck der Gedanken ein solches widerspenstiges und inadäquates Medium, als Raumfiguren <Geometrie> und Zahlen sind, gebrauchen zu wollen und dieselben gewaltsam zu diesem Behufe zu behandeln"²¹⁶ - gegen die Mechanisierung von Gedanken also (zietgleich Karsakov 1832); stellt sich jedoch die Frage, "wo ist das philosophische Denken selbst ein maschinelles Denken, ein Denken der Maschine im genitivus subjektivus"²¹⁷ - eine Formalisierung im Sinne von Sybille Krämer 1988; steht die medienarchäologische Denkweise auf Seiten dieser Äußerlichkeit

- beschreibt Hegel in diesem Zusammenhang Rechenmaschinen - und zwar in jener Epoche, als Charles Babbage sich anschickt, im Konzept der Analytical Machine die traditionelle arithmetische Maschine durch eine selbstreflexive Maschine zu ersetzen: "Weil das Rechnen ein so sehr äußerliches, somit mechanisches Geschäft ist, haben sich *Maschinen* fertigen lassen, welche die arithmetischen Operationen aufs

²¹⁴ Mark Brader, A Chronology of Digital Computing Machines (to 1952), in: Computer History = <http://www.freeflight.com/fms/comp>

²¹⁵ Georg Wilhelm Friedrich Hegel, System der Sittlichkeit [Critik des Fichteschen Naturrechts], hg. v. Horst D. Brandt, Hamburg 2002, 20f

²¹⁶ G. W. F. Hegel, Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse: 1830. Zweiter Teil: Die Naturphilosophie, in: ders., Werke in 20 Bänden, Bd. 9, Frankfurt/M. 1986, § 259 "Die Zeit", 53

²¹⁷ Künzel, Charles Babbage. Differenz-Maschine, 1991, 21

vollkommenste vollführen. Wenn man über die Natur des Rechnens nur diesen Umstand allein kennte, so läge darin die Entscheidung, was es mit dem Einfalle für eine Bewandnis hatte, das Rechnen zum Hauptbildungsmittel des Geistes zu mache und ih auf die Folter, sich zur Maschine zu vervollkommenen, zu legen."²¹⁸

- nennt Martin Heidegger die Schreibmaschine ein "Zwischending" von Werkzeug und Maschine, ein "Mechanismus" <127>. Das Werkzeug bringt hervor, die Maschine fordert heraus.

- Im Modellcharakter von Werkzeug liegt, wie es Joseph Weizenbaum verwandt zu Marshall McLuhans medienanthropologischen Thesen der *extensions of men* in seinem Buch *Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft* <Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1978²¹⁹> beschreibt, - der ganze Unterschied zwischen *prothetischen Geräten* und *autonomen Maschinen*. Erstere, etwa Mikro- oder Teleskop, "signify that man, the engineer, can transcend limitations imposed on him by the puniness <= Beschränktheit> of his body and of his senses" <Weizenbaum xxx: 20>, während autonome Maschinen keine Wahrnehmungsdaten abbilden, sondern überhaupt erst produzieren, etwa die Uhr, die Zeit als virtuellen Raum generiert: "The clock had created literally a new reality", und die Medien des *monitoring*, Meßinstrumente, erschaffen einen virtuellen Raum jenseits der sensorischen Erfahrung: "instruments, especially those that reported on the phenomena they were set to monitor by means of pointers whose positions were ultimately translated into numbers" = Weizenbaum: 25; Reinhard Budde / Heinz Züllighoven, *Software-Werkzeuge in einer Programmierwerkstatt. Ansätze eines hermeneutisch fundierten Werkzeug- und Maschinenbegriffs*, München / Wien (Oldenbourg) 1990, 16 ff.

- definiert Leibniz das Mechanische über den Begriff der Operativität (im Unterschied zur humanen "Performanz"): "So gestehe ich den Cartesianern zwr zu, daß alle äußerlichen Handlungen [opérations] der Tiere mechanisch [machinalement] erklärt werden können, glaube aber nichtsdestoweniger, daß es <...> in ihnen etwas gibt, das <...> man Seele oder <...> substantielle Form nennen kann."²²⁰

-Etymologie von Maschine, machaná / mechané, und autómatos: Oswald Wiener / Manuel Bonik / Robert Hödicke, *Eine elementare Einführung indie Theorie der Turing-Maschine*, Wien / New York (Springer) 1998, 1; Nebensinn von altgriechisch *mechané* auch „List“; in diesem Sinne audiovisuelle Medien Apparaturen, die menschliche Wahrnehmung überlisten (bes. Kinematographie)

²¹⁸ G. W. F. Hegel, *Wissenschaft der Logik* [1812/1832: I 249], in: ders., *Werke* in 20 Bänden, Frankfurt/M. 1969-71, hier zitiert nach: Dotzler, *Papiermaschinen*, 1996, 207

²¹⁹ * *Computer Power and Human Reason*, San Francisco (Freeman) 1976

²²⁰ Gottfried Wilhelm Leibniz, *Brief an Ehrenfried Walther von Tschirnhaus*, November (?) 1684, in: ders., *Philosophische Schriften u. Briefe 1683-1687*, hg. v. Ursula Goldenbaum, Akademie-Verlag Berlin 1992, 59f (59)

- dienen Hebel und Maschine zur Erzeugung einer widernatürlichen, mithin negentrischen (Flusser: damit "kulturellen") Bewegung, welche die Naturgesetze überlistet; resultiert daraus automobiler Maschine (Argument Emanuel Seitz)

- interessiert an der sogenannten *Maschine* (altgr. „Vorrichtung, Gerüst“) zunächst das rhythmische Verhalten, „nämlich die Weise, in der die Stellungen einander folgen in Abhängigkeit vom jeweiligen Aufeinanderfolgen der Stöße“ - quasi algorithmisch. „Alle sonstigen Eigenschaften - Material, konkrete Machart, und so weiter - ignorieren wir“ <ebd., 2>. „Auch von den Eigenschaften der einzelnen Stöße <...> zählen nur jene, die verhaltenswirksam werden, die einen Übergang der Maschine von einer gegebenen Stellung in eine folgende verursachen“ <ebd.> - die ganze Differenz, materiell, zwischen einer analogen Elektronenröhre und ihrem digitalen Einsatz; bildet sie als technische Anordnung die transparente Schaltstelle zwischen Analogem und Digitalem

- sieht Turing-Maschine von der konkreten Implementierung in einer Physik geradezu platonistisch ab: "Dieses Idealisieren zu *diskreten* - das heißt klar voneinander abgegrenzten - Zuständen und diskreten Stoßarten rechtfertigt sich <...> durch unsere relativ erfolgreiche, halbbewußte Idealisierung der Erfahrung im Umgang mit den Gegenständen des Alltags" - etwa das Kippen oder Nicht-Kippen einer Tasse auf dem Tisch(rand) <Wiener et al. 1998: 3>

- "Ein wesentliches Merkmal unterscheidet Computer von herkömmlichen Maschinen. <...> Als Systeme, die Informationen speichern, darstellen und übertragen, begegnen sie uns <...> als Medien. Unser derzeitiges Bild vom Computer changiert zwischen Technik und Medium" = Georg Trogemann / Jochen Viehoff, *CodeArt. Eine elementare Einführung in die Programmierung als künstlerische Praxis*, Wien / New York (Springer) 2005: 10

- Trogemann / Viehoff: Computer als zweigeteilte Maschine: "Programme sind gewissermaßen *reine* Maschinen, ohne den Ballast und die Unschärfen mechanischer oder physikalischer Bedingungen" = Trogemann / Viehoff 2005: 84; bleibt Hardware der Welt der Physik verhaftet, verbraucht also Energie und unterliegt den Gesetzen der Thermodynamik (Entropie / Alterung). "Die zweite Maschine - das Programm - unterliegt dagegen nicht mehr den materiellen Gesetzen der Realwelt. Die einzige Begrenzung ist unser Denken" <ebd.>

Die Ungleichzeitigkeiten der Maschine (Deleuze / Simondon)

- Maschine nicht nur eine *assemblage* (im Computer: Assembler), wie sie Deleuze / Guattari in *Mille Plateaux* beschreiben, sondern vor allem eine *anachronistische* Kopplung heterogener Elemente, die bisweilen aus verschiedenen technik- und kulturgeschichtlichen Zeiten stammen - wie etwa das Verhältnis von Rad (ein "Medium" nach McLuhan 1964) und der

Verbrennungsmotor; Gleichzeitigkeit des Ungleichzeitigen ein Zeitgefüge bzw. ein Gefüge heterogener Objektzeiten

- "Die Maschine bildet ein Nachbarschaftsgefüge zwischen Mensch, Werkzeug, Tier und Ding. Sie ist diesen Elementen gegenüber das Primäre, da sie die abstrakte Linie darstellt, die durch jene hindurch verläuft und sie in einem gemeinsamen Funktionszusammenhang bringt."²²¹

- Im Anlasser des Kraftwagenmotors prallen nicht nur zwei Systeme - das thermodynamische System des Verbrennungsmotors und das elektrische bzw. elektronische seiner Steuerung - aufeinander - und dies nicht nur als asymmetrische Kopplung, sondern auch zwei Zeiten; Übergang jener Zeiten manifestiert sich in den Technikbüchern um 1900, wo neben die Dampfmaschine bereits der Elektromotor tritt und neben die Stark- auch die Schwachstromtechnik (beispielsweise die telephonische Kommunikation); unterscheiden sich energetische Maschinen von elektronischen Prozessen

Zeit der Maschinen *versus* Medienzeit

- wird der Zusammenhang von Zeit und Zahl in der getakteten Räderuhr Maschine und erinnert daran, daß Zählen selbst schon ein zeitunterteilender Prozeß ist

- Aristoteles und Augustin in diametralem Gegensatz zueinander (Zahl als Maß von Bewegung *versus* "inneres Zeitbewußtsein")

- kommt im Computer technomathematisch zu sich, was als chronologische Kulturtechnik in der Spätantike begonnen hat - der *computus*. Boethius kann das Zeitwort *computare* ausdrücklich für Musik verwenden.²²²

- Uhrzeit als "vulgäre Zeit" (Heidegger), geboren aus dem Geist der Maschine; Begriff von Technik als "Gestellt" distanziert sich vom Dispositiv des Maschinischen; zeigt die vorweg illustrierte Abbildung in Strehl 1952 einen Ingenieur in einer riesigen Turbine mit der Legende "Der Mensch im Getriebe der Technik"; kommt mit dem Getriebe im Unterschied zum reinen Gestell Bewegung, mithin Zeit ins Spiel

- wird Zeit selbst mit Prinzip der Räderuhr (im Unterschied zum stochastisch-fließenden Strom der Sanduhrkörner etwa) zum Gestell / *gestellt*; Peter Gendolla, Die Einrichtung der Zeit, in: Christian W. Thomsen / Hans Holländer (Hg.), Augenblick und Zeitpunkt, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1984, 47-58;

²²¹ Deleuze 1980a: 113; hier zitiert nach: Rainer C. Becker, Blackbox Computer, Bielefeld (transcript) 2012, 149

²²² Dazu Arno Borst, Computus, Berlin (Wagenbach) 1990, 23

- zwischen relativer und absoluter Zeit: altägyptische Klepsydra (Wasseruhr) i. U. zur Sonnenuhr setzt ihre eigene Zeitbasis, in Griechenland etwa zur Befristung von Gerichtsreden, pure *epoché*.
- nach dem Modell der mechanischen Uhr eine Zeitlang der künstliche Mensch modelliert: "Inzwischen hatte der Automatenbau durch die Vervollkommnung der Uhrmacherskunst zum erstenmal seit fast tausend Jahren einen neuen Auftrieb erhalten."²²³
- modelliert Kybernetik den Mensch auf physiologischer und neuronaler Ebene nicht mehr nach dem Modell der energetischen Maschine, sondern der Informations- als Signalverarbeitung
- Unterschied zwischen den Menschenhand gefertigten Artefakten in Form von Maschinen und Automaten und den Lebewesen; letztere "sowohl das Produkt einer langen Stammesgeschichte (Phylogenese) als auch das Produkt einer Individualentwicklung (Ontogenese) und sind nur im Rahmen dieser, ihrer 'Historizität' verständlich" = Heinz Penzlin, *Ordnung, Organisation, Organismus*. Zum Verhältnis zwischen Physik und Biologie, Berlin (Akademie-Verlag) 1988, 11
- Jefferson 1949: "Not until a machine can write a sonnet or compose a concerto because of thoughts and emotions felt, and not by the chance fall of symbols <Stochastik>, could we agree that machine equals brain" = zitiert nach Bowden (Hg.) 1971: 320
- frühe digitale Röhrencomputer: "All the operations <...> carried out by these valves could equally well be achieved by the use of ordinary switches and variable resistances, but for one thing - time. Valves can be switched on and off almost instantaneously. <...> The fastest mechanical switch is a thousand times slower than this" = Bowden (Hg.) 1971: *Faster than Thought*, 42
- mechanische Uhr mit Unruh, nach Lewis Mumford, *Technics and Civilization*, London: Routledge & Kegan Paul, 1934, 15; löst die Zeit von menschlichen Handlungen und fördert damit die Denkbarkeit einer mathematisch meßbaren Welt von Abläufen
- kritisiert Johann Gottfried Herder "die neuen, kältesten mechanischen Erfindungen" (die allein der medienarchäologische Blick als ästhetisch anerkennt) = Johann Gottfried Herder, *Abbts Anmerkungen über die Deutsche Sprache*, in: ders., *Sämtliche Werke*, hg. v. Bernhard Suphan, Bd. 2, Berlin (Weidmannsche Buchhandlung) 1877, 325-363, hier: 333

Zeit der Maschinen

²²³ Rolf Strehl, *Die Roboter sind unter uns. Ein Tatsachenbericht*, Oldenburg (Gerhard Stalling Verlag) 1952, 88

- "<...> but *logos* turned out to be a machine" = Jean-Pierre Dupuy, *On the Origin of Cognitive Science. The Mechanization of Mind*, Cambridge (MIT Press) 2009, 33

- meint alte Maschine zunächst eine energetische Transformation (etwa die Dampfmaschine von Watts respektive die Lokomotive); die neue Maschine eine symbolische (mit Charles Babbages "symbolical notation")

- alter Maschinentypus deterministisch (das Maschinenmodell des Menschen bei Descartes, L'homme-machine, etc.); bleibt der Determinismus auch in der klassischen Formulierung des Computers (durch Turing) intakt: "Algorithmen sind endliche schrittweise Verfahren zur Berechnung gesuchter aus gegebenen Größen. Jeder einzelne Schritt besteht aus einer Anzahl ausführbarer deterministischer Operationen. <...> Die Verbindung zwischen Vergangenheit und Zukunft ist lediglich ein getakteter und gleichmäßig voranschreitender Maschinenzustand."²²⁴

- "Maschinen sind zeitlos; sogar die Maschine, die wir Evaluator oder Interpreter nennen ist zeitlos. <...> Die Maschine wiederholt sich selbst *ad infinitum* (oder zumindest so lange, bis sie physisch zerbricht)" = Mihai Nadin, *Zeitlichkeit und Zukünftigkeit von Programmen*, in: Pias (Hg.) 2005: 29-46 (32)

Papiermaschinen

- für Wolfgang Amadeus Mozarts "Kopfkompositionen" die schriftliche Notation nicht mehr als ein supplementärer mechanischer Akt = Jens Gerrit Papenburg, *Der Synthesizer als Apriori. Körper und Maschinen in der Popmusik*, in: *Paragrana* 14 (2005) 2, 91-104 (91f), unter Bezug auf: Ulrich Konrad, *Mozarts Schaffensweise*, Göttingen (Akademie der Wissenschaften) 1992

- sind im Unterschied zu Buchstaben in Büchern "Rechenregeln unverrückbare Befehle, die für Menschen und Maschinen, also für Computer in beiden Wortsinnen vor und nach Turing, gleichmaßen gelten" = Friedrich Kittler, *Die Nacht der Substanz*, Bern (Benteli) 1989, 29. "Mechanisierung des Geistes und Vergeistigung der Materie fallen seitdem zusammen" = Kittler 1989: 30 f.

- weist Alan Turing mit seinem Aufsatz "On Computable Numbers" 1936 nach, daß sich alle von Menschen durchführbaren Rechenvorgänge prinzipiell als symbolische Maschine betreiben lassen, wozu es nicht mehr bedarf als einer Schreibfläche (Papier / endloses Band), Bleistift/Tinte bzw. Druckerschwärze, sowie einer sensomotorischen Einrichtung (Schreiben/Lesen bzw. Schreib-Lese-Kopf)

²²⁴ Georg Trogemann, *Experimentelle und spekulative Informatik*, in: Claus Pias (Hg.), *Zukünfte des Computers*, Zürich / Berlin (diaphanes) 2005, 109-132 (113)

- audio-visuelle Sensor-Technik beschreibt Norbert Wiener: "There is no reason why sense organs should occur only in organisms, and, in fact, they do not. <...> The modern automation makes full use of such means of coupling with the external world, quite comparable with that of the living organism. It is not blind and it is not deaf."²²⁵

- ist Mensch im Maschinenzustand, wenn er Mathematik treibt. Mathematik zwingt ihm diesen Zustand auf: "Es ist möglich, den Effekt einer Rechenmaschine zu erreichen, indem man eine Liste von Handlungsanweisungen niederschreibt und einen Menschen bittet, sie auszuführen. Eine derartige Kombination eines Menschen mit geschriebenen Instruktionen wird 'Papiermaschine' genannt. Ein Mensch, ausgestattet mit Papier, Bleistift und Radiergummi sowie strikter Disziplin unterworfen, ist in der Tat eine Universalmaschine."²²⁶

- kann ein Algorithmus (sofern ein Problem als solches formuliert wurde) als Abfolge von Handlungsanweisungen "im Prinzip auch im Kopf ausgeführt werden"²²⁷. Exakt und nur im Rechenzustand, also in einem dynamischen Prozeß, ist der Mensch im Zustand mathematischer Maschinen: "We may compare a man in the process of computing a real number to a machine which is only capable of a finite number of conditions <...> which will be called '*m*-configurations'."²²⁸

- greift Lacan diese Formulierung auf: "Mais si la machine ne pense pas, il est clair que nous-mêmes ne pensons pas non plus au moment où nous faisons une opération. Nous suivons exactement les mêmes mécanismes que la machine."²²⁹ Nicht die Maschine ist hier - in der Tradition der "Organprojektion", formuliert 1877 in Ernst Kapps *Grundlinien einer Philosophie der Technik* - eine Ausweitung menschlicher Tätigkeit sondern der Mensch selbst wird grundsätzlich einer Maschine verglichen.

- zeichnet sich maschinelle Technik - anders als unmittelbar an Körper gekoppelte Instrumente - durch ihren "temporären Selbstlauf" aus = Papenburg 2005: 95

²²⁵ Norbert Wiener, *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*, 2. Aufl. Cambridge, Mass. (MIT Press) 1961, 50

²²⁶ Alan M. Turing, *Intelligent Machinery*, in: ders., *Intelligence Service*, hg. v. Bernhard Dotzler / Friedrich Kittler, Berlin (Brinkmann & Bose) 1987, 91

²²⁷ Georg Trogemann, *Experimentelle und spekulative Informatik*, in: Claus Pias (Hg.), *Zukünfte des Computers*, Zürich / Berlin (diaphanes) 2005, 109-132 (109). Für aktuelle Anwendungen aber fordert Trogemann die Verabschiedung dieses Modells.

²²⁸ Alan Turing, *On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem* (1936), in: *The Essential Turing. Seminal Writings in Computing, Logic, Philosophy, Artificial Intelligence, and Artificial Life plus The Secrets of Enigma*, hg. v. B. Jack Copeland, Oxford (Clarendon Press) 2004, 58-90 (59)

²²⁹ Jacques Lacan, *Le Séminaire. Livre II: Le moi dans la théorie de Freud et dans la technique de la psychanalyse*, Paris (Seuil) 1978, 350

- Platons *Menon* zufolge die diagrammatische Operation Funktion einer Wiedererinnerung an vorheriges Wissen aus einem anderen Leben (Anamnesis); gesteht Charles Sanders Peirce dem *diagrammatic reasoning* eine eigene "daimonische" (Châtelet / Alunni) operative Mächtigkeit zu, die den Menschen vielmehr zum Medium des Vollzugs macht; wird hier im Sinne David Hilberts mit reinen Symbolen operiert (mathematischer Formalismus), was die Operation prinzipiell mechanisierbar macht; keine Verdummung des Menschen, sondern diese *alphabétise* (Lacan) vielmehr eine Entlastung des Menschen bzw. sie entbirgt das Un-Menschliche in ihm
- die logisch-mathematische Maschine

- Turing-Maschine eine "theoretische, nicht aber metaphorische 'Maschine'" (Argument Matthias Wannhoff); ihre Verkörperung an der Nahtstelle zwischen rein Symbolischem und physikalischer Hardware; hat Computerarchitektur eine Papiergrundlage und eine Strukturierung für Notation: "Computing is normally done by writing certain symbols on paper. We may suppose this paper is divided into squares like a child's arithmetic book" = Turing 1936/2004: 75 - Rechenpapier

Medienmaterielle Blicke auf die Beziehung von Mensch und Technik

- Heinrich von Kleists Abhandlung zur Bewegungsanalyse *Über das Marionettentheater* (1810); Grazie (basiert auf den Fäden des Marionettenspielers, also *motion tracking avant la lettre*) vs. Mechanik (wie etwa in E. T. A. Hoffmanns *Der Sandmann* anhand des tanzenden Automaten Olimpia beschrieben): "Das Muster der Marionette richtet sich <...> gegen das Modell vom Räderwerk der Automaten. Das vergleichsweise einfache Marionettenmodell ist für Kleist der Natur des Menschen näher als jedes Räderwerk, in dem eine vorbestimmte Tätigkeit / immer nur mechanisch wiederholt wird"²³⁰; ist die Gliederpuppe an den Fäden des Spielers "antigrav" (Kleist), d. h. in ihren Bewegungen mit dem jeweiligen Schwerpunkt identisch - der musische Grund aller Grazie im Tanz; "physics" in Computerspiel-design; steht der Marionettenspieler (als kartesische *res cogitans*) auf Seiten des Analogcomputers und die Gliederpuppe auf der Ausgabeseite, wie es das Gleichnis vom fechtenden Bär in dergleichen Erzählung veranschaulicht: simultane Modellbildung in der mobilen Antizipation von Bewegungen (Pro- und Retention); nicht länger das mechanistische Maschinenmodell des Uhrwerks

- vergleicht Kleist den menschlichen Tanz mit algorithmisierbaren Operationen (gleich der Komposition von Musik), wie sie die Arbeitswissenschaften einhundert Jahre später (Gilbreth) sowie die Psychophysik in der Nachfolge Mareys durch photographische Apparaturen

²³⁰ Hanno Möbius, Teilung und Zusammensetzung. Heinrich von Kleist und die Entwicklung zum Rhythmus-Begriff in Tanz und Arbeit sowie in der Literatur, in: ders. / Jörg Jochen Berns (Hg.), *Die Mechanik in den Künsten. Studien zur ästhetischen Bedeutung von Naturwissenschaft und Technologie*, xxx (Jonas) 1990, 169-182 (169f)

in Signalkurven umsetzen, d. h. meßbar machen; entwickelt Rudolph Laban eine Tanzschrift, jene Notation von Beegung in symbolischen Zeichen, in Zusammenarbeit mit dem Ökonomen F. C. Lawrence zur „Aufzeichnung, Auswahl, für das Training, für die Verbesserung der Arbeitsprozesse und Arbeitsbewertung“ in der Industrie an²³¹; Abb. Laban-Notation, in: Möbius 1990: 179; von dort nur noch einen Schritt bis hin zu den Fließdiagrammen, den von John v. Neumann entwickelten *flow charts* der ersten Computerprogramme

- solange Mensch und Maschine als getrennt vorausgesetzt, bleibt Untersuchung dieses Verhältnis anthropologisch tröstlich; unheimlich der radikal andere Ansatz, wie ihn Turing und Lacan wählen: das Maschinenhafte im Menschen selbst; aus Homers *Odyssee* bereits als Sirenen-Motiv vertraut: die Verunsicherung des Menschen dahingehend, daß das Schönste an der menschlichen Artikulation, nämlich der Gesang, von Monster, also künstlichen Wesen herkommen kann; wird hier ins Technomathematische verschoben

- muß sich der Mensch Gregory Bateson zufolge "in der kreativen Kunst selbst <...> als ein kybernetisches Modell erfahren"²³²

- ist die Beziehung von Mensch und Technik in kybernetischer Tradition eine reziproke; formuliert W. Ross Ashby die Grundanlage der Kybernetik in *Design for a Brain*: verhält sich das neuronale System als dynamisches prinzipiell mechanistisch; umgekehrt können Mechanismus gedacht und konstruiert werden, die sich "brain-like" verhalten (schon Turings Theorem); von daher Ashbys Konstruktion des Homöostaten; medientechnische Verkörperung dieser biologische wie mechanische Systeme und Umwelten umgreifenden Modellierung ("ultrastable system") - so Ashby ausdrücklich - ein Mechanismus vom Typus des Homöostaten: "We can describe it either as 'a machine to do our thinking for us' or, more respectably, as 'an analogue computer'" = Ashby 1952/1978: 99; Abb. Seite 101: Fig. 8/2/1: "The Homeostat"; Fig. 8/2/2: Magnetaufsatz; Abb. S. 102: Fig. 8/2/3: "Wiring diagram of one unit"

- "We start by assuming that we have before us some dynamic system, i.e., something that may change with time. <...> It will be referred to as the 'machine', but the word must be understood in the widest possible sense"²³³; Maschine damit radikal als etwas definiert, das in der Zeit geschehen muß, um überhaupt im Maschinenzustand und nicht schlicht ein Ding zu sein; schon die Definition von "Zustand" eine Funktion ihrer Zeit-Punkte: "The *state* of a system at a time t is the set of numerical values of $x_1(t), \dots, x_n(t)$ " = 243; gerät solch ein Set von Zuständen in den

²³¹ Rudolf von Laban / F. C. Lawrence, *Industrial rhythm and lilt in labour*, Manchester 1942, 6 <zitiert nach Möbius 1990: 179>

²³² Zitiert nach: Guntram Vogt, Robert Musils „dichterische Erkenntnis“. Vom mechanischen zum kybernetischen Denken, in: Möbius / xxx (Hg.) xxx, 267-280 (267)

²³³ W. Ross Ashby, *Design for a Brain*, London (Chapman and Hall) 3. Aufl. 1978 [*1952], 13

Maschinenzustand durch die Übergänge: "A *transition* can be specified only after an interval of time, finite and represented by $\langle \text{groß-Delta} \rangle t$ or infinitesimal and represented by $\langle \text{klein-Delta} \rangle t$, has been specified. It is represented by the pair of states, one at time t and one at the specified time later" = 243; damit zur zentralen Mediendefinition: Das Symbolische muß im Realen implementiert sein. "A *primary operation* is a physical event, not a mathematical, requiring a real machine and a real operator <ebd.>

entwirft Ashby in der Tradition von Charles Babbages "symbolical notation" (einem operativen Diagramm, das die Rechenmaschine bereits auf symbolischer Ebene laufen und damit testen kann), und in ausdrücklicher Anlehnung an die sogenannte Bourbaki-Gruppe von Mathematikern in Paris, eine algebraisch anschreibbare Logik der Maschine = Ashby 1952/1978: 242; Maschine nicht länger nur als Hardware gedacht (der reduktionistische "medienmaterielle Blick"), sondern als abstrakter als Mechanismus: "An adequately developed logic of mechanism is essential. Until recently, discussions of mechanism were carried on almost entirely in terms of some particular embodiment - the mechanical, the electronic, the neuronical <...>. Those days are past. There now exists a well-developed logic of pure mechanism, rigorous as geometry" = Ashby 1952/1978: "Preface", v - ein operatives Diagramm; kybernetische Entgrenzung als Aufhebung der klassischen Dichotomie von biologischen Systemen und Maschinen überhaupt nur auf dieser algebraischen Ebene möglich; teilt Ashby seine Abhandlung: "As the basic thesis <...> rests on essentially common-sense reasoning" <vi>, Teil I im Wesentlichen verbalsprachlich formuliert. "But the rigour and coherence depended on the mathematical form, which is not read with ease by everybody" = ebd.; geht es einer Medienarchäologie im Zeitalter rechnender Maschinen um den technomathematischen Blick; umfaßt sowohl die materielle (technische) wie die symbolische (logische) Seite

- weist René Descartes nicht nur die unbeseelte Natur, sondern auch Pflanzen und Tiere dem Raum der *res extensa* zu, weshalb er die Schreie einer gequälten Kreatur mit ebenso kaltem Ohr vernahm wie das Ticken einer Uhr²³⁴ - eine Tradition, die Norbert Wiener in seiner *Kybernetik* von 1948 aufnimmt, als er sensomotorische Versuche mit dem Rückenmark von Katzen beschreibt. Der medienarchäologische Blick ist kalt wie das Auge der Photographie.

- Sommer 1995 Heiner Müller im Gespräch mit Alexander Kluge: "Wichtig im Universum ist nicht das Organische, sondern die Information. Wenn sich herausstellt, dass die Computer, dass die Maschinen die Informationen besser transportieren können als der Mensch, der Mensch als Vehikel nicht mehr ausreicht, dann muß der Computerforscher oder -spezialist dazu beitragen, dass die Computer die Information übernehmen, den Transport der Information in Zeit und Raum. Das <...> ist eine ganz moralische

²³⁴ Siehe Rudolf Taschner, *Der Zahlen gigantische Schatten. Mathematik im Zeichen der Zeit*, Wiesbaden (Vieweg) 3. Aufl. 2005, 85

Überlegung. Man kann davor erschrecken aber <...> Die Verteidigung der Menschen darf nicht zu einer Verheerung der Computerwelt führen."

- "radikale" Medienarchäologie k/ein Pleonasmus; unterwirft symbolische und physikalisch realisierte Medienmaschinen nicht einer allgemeinen Kultur-, Technik- oder gar Seinsgeschichte, sondern geht strikt von den technomathematischen Verhältnissen aus. Gegenüber einer Blickweise, die Technomathematik immer schon in den Rahmen einer umfassenden Archäologie der Epistemologie einordnet, sucht der radikal medienarchäologische Blick die eigentümliche (und eigenzeitliche) Episteme aus den technomathematischen Verhältnissen selbst heraus zu entwickeln (etwa die Entdeckung des elektromagnetischen Feldes). Jede Epoche mag ihr eigenes Verständnis von Wissen, wie es in der Welt tätig ist, haben; für Medienwissenschaft indes unabdingbar, sich nicht von vergangenen Denksystemen den Blick auf die radikalen Herausforderungen der genuinen Medienepisteme, etwa des elektromagnetischen Feldes, versperren oder historisch relativieren zu lassen

- unterscheidet sich radikale Medienarchäologie vom Begriff der Kulturtechniken, zu denen auch der Biber gehört, der einen Waldbach durch Dammbau staut

- Beziehung von Mensch und Technik zunehmend eine zeitaffektive; unterliegen Menschen in Kopplung an technische Medien zunehmend deren Zeitgesetz

- sind Menschen / Psyche das, was die Maschinen von ihnen aufschreiben; schreiben Menschen Zeit, läuft es auf Geschichte hinaus. Maschinen aber treiben nicht einmal mehr mediale Historiographie, sondern registrieren Gleichursprünglichkeiten.

- kinetische Mechanik / Maschinen; dann Elektronik (analoge Signalmedien); Rückkehr der Maschine als nicht-energetische, sondern symbolische (Computer)

- Datenerfassung des Menschen: Bewegungsprofile, etwa Matthias Steinmann (Bern), Das RADIOCONTROL-System: Ein elektronisches Meßsystem für die Radioforschung, in: Zuschaueranteile als Maßstab vorherrschender Meinungsmacht, Schriftenreihe der Landesmedienanstalten Bd. 13, Berlin (VISTAS) 1999, 141-149: durch eine mikrofonbegabte Uhr in regelmäßigen Abständen aufgezeichnete, digital komprimierte Samples der Umgebungsgeräusche (inklusive Radio also), die mit einer parallelen Studioaufzeichnung aller Radiosender abgeglichen werden; es entsteht durch Korrelation ein Hörvergleich (audio comparison) <145>; kann eine leichte Zeitverschiebung zwischen der Daten der Uhr und denjenigen aus der Zentrale neben der zeitgenauen Korrelation eine erhöhte Trefferquote erzeugen = 147 f.; symbolische Registrierung analogen Geschehens, Akt der Protokollierung, Akten, am Ende: Archivierung / Historiographisierung; Leibniz, "Apokatastasis panton": kann

nur das symbolisch Notierte gerechnet werden; wachsender Grashalm unterliegt nicht diesem kombinatorischen Kalkül

- wird der Menscherst im digitalen A/D-Sampling Information; als phonographische Stimmaufzeichnung ist er noch Signal. Ein Signal kann nicht Information sein; kann ein Mensch prinzipiell als Information über eine Telephonleitung verschickt werden (Norbert Wiener)

- Konzept "Medientheater" (am vormaligen Standort Sophienstraße) mit dem ebenso realen wie symbolischen Loch, das den rechnenden Raum (also Server-Raum, Signallabor) mit der Szene, der Bühne, zum Medientheater verband; resultiert erst systemische Kopplung von signalgebenden Menschen und ihre Datenverarbeitung im rechnenden Raum in Medientheater

Der "robot historian"

- entwirft Manuel De Landa, War in the Age of Intelligent Machines (1991) eine historiographisch "künstliche Intelligenz" - einen medienarchäographischen Historiker: "The robot historian of course would hardly be bothered by the fact that it was a human who put the first motor together <...>, it would see humans as no more than pieces of a larger military industrial machine: a war machine" = 1991: 3

- Meßwerterfassung; anstelle des Dialogs die Trennung von Signal (dem absichtsvoll übertragenen Informationsträger) und kanalbedingtem Rauschen; problematisch gesprochene Signale (Nachrichten, Wortsendungen), die von Gesprächen überlagert werden

Mensch(turing)maschinen

- "Kann man Menschen als Maschinen beschreiben? Kann es eine Psychologie geben, die eigentlich eine Maschinologie ist? <...> Dabei stellt er <sc. Turing> fest, daß wichtige und große Teile der menschlichen Psyche automatenhaft funktionieren" = Beschreibung zum Dokumentarfilm von Matthias Brunner / Philipp Pape (Berlin), Am Anfang war die Maschine, D 1999, im Programmheft des X. Internationalen Videofestivals Bochum, Mai 2000

- Bernstejns biodynamische und neurophysiologische Untersuchungen zum Anschlag von Klaviertasten im Moskau der 1930er Jahre²³⁵; im Verbund damit ein zeitkritisches Aufzeichnungsmedium, welches die Analyse dessen erlaubt, was menschlicher willkürlicher Wahrnehmung subliminal und im mikrozeitlichen Vorseilen immer schon entgeht: das

²³⁵ Julia Kursell, Moscow Eye and Ear-Control. Über die neurophysiologischen Arbeiten von Nikolaj Bernstein zum Klavierspiel, in: Sabine Flach / Margarete Vöhringer (eds.), Ultravision. Zum Wissenschaftsverständnis der Agantgarde, Munich (Fink) 2010, 83-105

Kymozyklographion, Kombination aus Filmstreifen und Lochsirene mit photoelektrischen Impulsen

- (ver-)führt zeitkritische Analyse zur Analogisierung von Mensch und Maschine. Die Bestimmung des Menschen teilt mit der Definitionen von Medien, daß beide erst im Vollzug ihr Dasein entbergen. Johann Friedrich Herbart betont, daß die Wahrnehmung respektive das Bewußtsein "nur durch höhere mathematische Untersuchungen als Function der Zeit bestimmt werden"²³⁶.

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

- nach dem Modell der mechanischen Uhr eine Zeitlang der künstliche Mensch modelliert; hat vornehmlich der Automatenbau (wie längst schon in Musikmaschinen) "durch die Vervollkommnung der Uhrmacherskunst <...> einen <...> Auftrieb erhalten"²³⁷

- entscheidender Unterschied "zwischen den jetzigen Versionen der Computer und dem Nervensystem liegt darin, dass die Nervenzellen nicht durchgehend getaktet sind und damit auch kein binärer Code für die Informationsverarbeitung bestimmt werden kann"²³⁸ - eine Differenz von maschineller und sozialer (De-)Synchronisation und Rhythmisierung. Im menschlichen Gehirn sind die *Zeitfenster* für Einzelschritte (Linke) nicht trivial definiert, und „der Versuch, eine Turingmaschine zu werden (die Imitation des Stanzens des Lesekopfes <...>) macht eben nur Spaß, wenn man nicht schon getaktet ist“ <Linke 2000: 95>

- gekoppelt an technische Apparaturen, wird der Mensch anderen Zeitzuständen angeschlossen. In Kopplung an elektrotechnische und symbolverarbeitende Menschen wird der Mensch selbst zur Zeitmaschine.

Das unaufhörliche Bemühen um Mediendefinitionen

- unter Medien dezidiert *technologische* Medien verstanden; sucht Medienarchäologie Erkenntnisfunken aus der intimen Kenntnis technomathematischer Miniaturen selbst zu schlagen; bleibt also - anders als in geisteswissenschaftlichen Metareflexionen - stets "geerdet" in der Technomathematik ihrer Gegenstände; gehört es zu den vornehmsten Aufgaben von Medientheorien, zuallererst in Hegels Sinne harte Arbeit am Begriff zu leisten; läßt sich diese Leistung nicht auf die sorgfältige

²³⁶ Johann Friedrich Herbart, *Psychologische Untersuchung über die Stärke einer Vorstellung als Function ihrer DAuer betrachtet* [1812], in: ders., *Sämtliche Werke*, Bd. 3, 119-145 (125); dazu Rieger 2003: 261

²³⁷ Rolf Strehl, *Die Roboter sind unter uns. Ein Tatsachenbericht*, Oldenburg (Gerhard Stalling Verlag) 1952, 88

²³⁸ Detlev B. Linke, *Zeit-Design. Plädoyer für Unsterblichkeit*, in: *Kunstforum International* Bd. 151, Juli-September 2000, 91-95 (92), unter Bezug auf: Alan Turing, *Computing machinery and intelligence*, in: *Mind* 59 (1950), 433-460

Denkkunst der Philosophie reduzieren, sondern macht unabdinglich auch die technischen wie mathematischen Verkörperungen, Symbolisierungen und Zeitweisen von Technologie namentlich

- zeichnen sich im Unterschied zu *umbrella terms* wie "Kunst" und "Kultur" technische Medien dadurch aus, daß sie - abgesehen von allen kulturtechnisch erweiterten oder gar metaphorischen Begriffen²³⁹ - tatsächlich als operative Materialitäten existieren: mechanisch, elektronisch, techno-mathematisch

- das Wesen technischer Medien unbildlich; entfaltet sich Medien-Sein allein im Vollzug, mithin: in der Zeit; gehört es zu den Eigentümlichkeiten technischer Medien, daß sie in realer Welt (und damit auch: Zeit) gründen; ihr Begriff - formuliert in der Sprache der Elektrotechnik höchstselbst - tatsächlichen "geerdet" in tätigen Apparaturen (Maschinen) und verdinglichter Logik (Digitalcomputer)

Medien, technologisch begriffen

- war es anhand der Laufzeitverzögerung akustischer Signale über die Luft (der Echo-Effekt), daß Aristoteles in seinem Traktat über die Seele (*De Anima*) und in seiner Wahrnehmungslehre (*De sensu*) die Widerständigkeit des Übertragungskanal, das "Dazwischen" (altgr. *to metaxy*, lat. *medium*) beschrieb, während Licht lange Zeit - konkret bis zur Entdeckung der Endlichkeit des Lichtsignals (Lichtgeschwindigkeit) - als immediat, also als unmittelbare Erscheinung, als schiere visuelle Präsenz empfunden

- lange Zeit "Medium" ein Begriff der Physik als Bezeichnung für Elemente (Luft und Wasser); Stefan Hoffmann, Geschichte des Medienbegriffs, Hamburg (Meiner) 2002; stehen technologische Medien im engeren Sinne für die Epoche, in der Apparaturen in die Lage versetzt werden, Signale (und später auch Symbole) selbständig, d. h. weitgehend losgelöst von menschlichem Handwerk, zu empfangen, (zwischen-)zu speichern, zu übertragen (etwa als Reproduktionen) und am Ende gar selbständig weiterzuverarbeiten (Signal- und Datenprozessierung); beginnt die Epoche der technischen Medien daher mit der Photographie (1839), gefolgt vom Phonographen zur akustischen Signalspeicherung (1877) und der technischen Reproduzierbarkeit von Bewegung als Kinematographie (1895); haben Walter Benjamin und Bertolt Brecht erste Medientheorien *avant la lettre* ausformuliert, ohne den technischen Medienbegriff selbst explizit zu machen²⁴⁰

²³⁹Zur Problematik der Beschaffenheit des Medienbegriffs siehe Christa Karpenstein-Eißbach, Einführung in die Kulturwissenschaft der Medien, Paderborn (Fink) 2004, 7-9

²⁴⁰Walter Benjamin, Das Kunstwerk im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit [1. Fassung 1935], 2. Fassung 1936, in: ders., Gesammelte Schriften, hrsg. von Rolf Tiedemann / Hermann Schweppenhäuser, Bd. 1: Abhandlungen, 2. Aufl. Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1978, 471-508; Bertolt Brecht, Der Rundfunk als Kommunikationsapparat,

- rückt ein genuin der epistemologischen Forschung (Faraday, Maxwell, Hertz) entsprungenes dynamisches Medium, das elektromagnetische Feld, mit der drahtlosen Telegraphie, mit Rundfunk und Fernsehen in den Bereich der Kommunikationskultur

- ein mit dem Erwachen wissenschaftlicher Neugierde im Abendland (altgriechische Naturphilosophie) verbundener physikalischer Medienbegriff, demgegenüber es notwendig erscheint, den aktuell diskursmächtigen Medienbegriff als kulturtechnische Eskalation durch den Begriff *technologische Medien* zu präzisieren; meint "techno-logisch" ebenso die elektrotechnische Hardware wie die prozessual-mathematische, mithin algorithmische Software; begriffsgeschichtlicher Indikator dafür Buchtitel von Marshall McLuhans *Understanding Media* (1964), der retrospektiv den Diskurs der Medienwissenschaft stiftet; steht McLuhans Werk dafür, daß die epistemologische, gesellschaftliche und ökonomische Auswirkung hochtechnischer, will sagen: elektronischer Medien (seinerzeit noch vornehmlich Radio und Fernsehen) eine eigenständige, disziplinäre Reflexion und Erforschung forderte; Marshall McLuhan, *Understanding Media. The Extensions of Man*, New York (McGraw Hill) 1964; ders., *The Gutenberg Galaxy. The Making of Typographic Man*, Toronto (Toronto University Press) 1962

- kommt in Technologien der Medienbegriff zu sich; tritt mit dem Digitalcomputer als in sogenannter "von-Neumann-Architektur" verkörperter Turing-Maschine neben die Technik als Ort von Signalprozessierung, also hochkulturelle Realisierungen mit Mitteln der Natur (*physis*) zu Zwecken der (Signal-)Übertragung und Speicherung (Tradition, Archiv) der *logos* der Mathematik

- "Denn Rechenmaschinen, vulgo Computer, untergraben den Unterschied selber, der seit Aristoteles' Scheidung von *logos* und *physis* die Metaphysik überhaupt erst begründet hat. Sie sind beides, Logik und Physik ineins"²⁴¹; definiert Kittler den Computer (*nota bene*: den Digital-, n i c h t den Analogcomputer) als "Verbund von Hard- und Software, Physik und Logik" <ebd., 142>

- definiert Gumbrecht die Materialitäten der Kommunikation als "those phenomena and conditions that contribute to the production of meaning, without being meanings themselves"²⁴² - die Kantsche Möglichkeitsbedingung (*a priori*), mithin als *arché* (und zugleich eine

in: ders., *Gesammelte Schriften* Bd. 18, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1967, 127-134

²⁴¹Friedrich Kittler, Martin Heidegger, Medien und die Götter Griechenlands, in: Alexander Roesler / Bernd Siegler (Hg.), *Philosophie in der Medientheorie. Von Adorno bis Zizek*, München (Fink) 2008, 133-145 (140)

²⁴²Hans Ulrich Gumbrecht, *Production of Presence. What meaning Cannot Convey*, Stanford, Calif. (Stanford UP) 2004, 8

Erinnerung an Jacques Lacans Satz von der "Bedeutungslosigkeit" oder gar "Blödigkeit" der Signifikanten)²⁴³

- ek-sistiert mit dem Digitalcomputer eine veritable Archäo/logie
- unterscheidet den Computer von schlichten Rechenmaschinen, daß er nicht schlicht Zahlenoperationen mechanisch ausführt, sondern vielmehr eine Mathematisierung der Maschine selbst darstellt - weshalb Turing den Computer auch als Denkmodell oder auf schlichtem Papier realisieren kann; gilt unter verkehrten Vorzeichen, im Sinne von Boole und Hilbert, die in ihrer formalen Logik den Akzent auf die mechanische Rechenoperation legten, daß es sich im Digitalcomputer tatsächlich um eine Mechanisierung der Mathematik handelt - im Unterschied zum Analogcomputer, der die Mathematik verweltlicht, d. h. in realer (Elektro-)Physik realisiert, als Funktionen / Differentialrechnung
- ist Mediengeschichte nicht mehr nur Technikgeschichte im Sinne von Apparaten und Maschinen; wird ebenso eine Archäologie der diagrammatischen Vernunft aufgerufen, die im Kontext photochemischer, elektro-mechanischer und elektronischer Medien bislang nur für Ingenieure und Physiker von konstruktivem Interesse gewesen war; zur besseren Ausdifferenzierung einer technologisch ausgerichteten Medienanalyse gegenüber publizistischer Massenmedienforschung der Begriff einer *Mediamatik*, der ebenso die notwendige Kenntnis von Medienphysik wie von Informatik einschließt

Zum Begriff der Technologie (Techno/logien)

- definieren sich technologische Medien von ihrer Konfiguration her; diese unterliegt aperiodischen Neukonfiguration; damit auch Mediendefinition im ständigen (wenngleich nicht: beliebigen) Fluß
- bezeichnet Technologie zunächst die operative Verschränkung von Logik und Materie
- zerfällt Technologie - dem Kompositum entsprechend - in zwei Zeitweisen ihres Daseins und Gewordenseins: zum Einen *techné*, d. h. jeweilige materielle Realisierungen (Implementierung im physikalisch Realen), unterworfen einerseits den Naturgesetzen, andererseits dem jeweiligen kulturellen Wissen darum; figuriert zum Anderen der *logos*, der von seinem Wesen her metahistorische Invarianz behauptet und sich in den jeweils aktuellen symbolischen Kulturtechniken der Schrift und anderen symbolischen Operationen (Geometrie, mathematische Zeichen) niederschlägt

²⁴³ "Je mehr er nichts bedeutet, umso unzerstörbarer ist der Signifikant." Jacques Lacan, Der Signifikant als solcher bedeutet nichts, in: ders., Die Psychosen. Das Seminar Buch III, hg. v. Jacques-Alain Miller, Berlin (Quadrige) 1997, 217-231 (220)

- spaltet sich der technologische Medienbegriff dementsprechend in seine technischen (Elektrophysik) und seine funktionalen (Logik / Informationstheorie) Vollzugs- und nicht etwa schlicht "Seins"-weisen

- elektrischer Schwingkreis ebenso Gegenstand von techno/logischer Technik- und Wissensgeschichte wie das Diagramm ihrer Alternativen: transtemporale Resonanzen; kommt es nicht nur im räumlichen Leitungskanal, auch im Zeitkanal zu Resonanzeffekten; greift es zu kurz, das technische In-die-Welt-Kommen des Schwingkreises nur historisch zu beschreiben und seinen "Beginn" (*arché*) auf den zeitlich datierbaren Ursprungsmoment zu reduzieren, nicht aber auch sein medienarchäologisches Momentum damit zu meinen: "Our interest was chiefly in how it got started"²⁴⁴; das Medienwerden des elektrischen Schwingkreises als Möglichkeitsbedingung von Radio das Resultat einer historischen Dialektik als *techné* und *lógos*. "It had its roots in certain experiments with the Leyden jar; [...] the results of experiments were clarified by mathematical analysis and a correct theory formulated; and then, as the need and opportunity arose, [...] the principle was applied and made use of by inventive minds"²⁴⁵; Radio damit in seiner medientechnisch entwickelten Form die nahezu hegelianische "Aufhebung" einer Antithese von induktivem Experiment und mathematischer Durchdringung - die technische Verkörperung einer Theorie, mithin: Techno/logie

- vergehen in Hegels dialektischer Geschichtsphilosophie die widerstreitenden Verhältnisse ebensowenig wie in McLuhans die Medien in "Tetraden", sondern werden in dreifach möglicher Form "aufgehoben": entweder als Beendigung respektive Überwindung einer Entwicklungsstufe (Negation), wie die Aufhebung eines Gesetzes oder die Löschung eines Gedächtnisses; alternativ als Erhaltung im Sinne der Konservierung des Überlieferungswürdigen (die Arbeit der Archivare); schließlich als Synthetisierung der widersprüchlichen Kräfte in einer qualitativ höherwertigen Form

- herrscht Wissen in (elektro-)technischen Verhältnissen in medienimpliziter Form schon vor; noch nicht "ausdrücklich" zum *logos* artikuliert; beschreibt Joseph Henry ein elektromagnetisches Phänomen, das sich beim Experimentieren mit der Leydener Flasche einstellt und bereits von Savary beobachtet worden war, nämlich "the occasional reversal of the polarity of the needle after a discharge"²⁴⁶; als Funktion einer gedämpften elektrischen Schwingung: "The discharge [...] is not correctly represented [...] by the single transfer of an imponderable fluid from one side of the jar to the other; the phenomena require us to admit *the existence of a principal discharge on one direction, and then several reflex actions backward and forward, each more feeble than the preceding, until the equilibrium is obtained.* [...] a ready explanation is

²⁴⁴Julian Blanchard, The History of Electrical Resonance, in: Bell System Technical Journal, Bd. 20, Heft 4 (1941), 415-433 (431)

²⁴⁵Blanchard ebd.

²⁴⁶Blanchard 1941: 416

afforded by it of a number of phenomena which are to be found in the older works on electricity, but which have until this time remained unexplained"²⁴⁷; wartete dieses elektrische Verhalten latent also (schon mit dem Bernsteinfunken bei Thales von Milet) darauf, nicht nur als Phänomen induktiv genutzt, sondern auch als Wissen ent-deckt zu werden; fortwährendes Resonieren zwischen Medienwissen und Medienphysik

- birgt der Begriff der Techno/logie beide notwendigen Komponenten - technische Elektronik einerseits, informatische Software andererseits; erinnert Lyotard daran, daß *techné* im Altgriechischen sich in erster Linie auf Logotechniken der natürlichen Sprache bezog (*rhetoriké techné* etwa, oder *poetiké techné*) = Jean-François Lyotard, *Logos and Techne, or Telegraphy*, in: ders., *The Inhuman. Reflections on Time* [*L'Inhuman: Causeries sur le temps, Paris 1988], Stanford, Cal. (Stanford University Press) 1991, 47-57

Die Frage nach der Technik

- Martin Heidegger, Die Frage nach der Technik, in: ders., *Reden und Aufsätze*, 2. Aufl. Tübingen (Neske) 1959, 13-44, gegen einen bloß instrumentalen Begriff; technikarchäologisch radikal derart, daß eine Grundsätzlichkeit offenbart wird, die weit über die traditionelle Technikgeschichte hinausgeht. "Die moderne Technik kam doch erst in Gang, als sie sich auf die exakte Naturwissenschaft stützen konnte. Historisch gerechnet, bleibt dies richtig. Geschichtlich gedacht, trifft es nicht das Wahre"; vielmehr sieht er in der naturwissenschaftlichen Epistemologie das Wesen der Technik selbst.²⁴⁸

- "Weil der Mensch von sich aus nie allein über sein Wesen entscheidet, deshalb kann auch das Wesen der Technik nichts nur Menschliches sein" = Heidegger 1959

- für Heidegger das *Ge-stell* "nichts Technisches, nichts Maschinenartiges" <Heidegger 1959: 31>; *non-human agencies*: Bruno Latour, *Die Hoffnung der Pandora. Untersuchungen zur Wirklichkeit der Wissenschaft* [Original: *Pandora's Hope*, Harvard UP 1999], Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2002, bes. Kap. 5 ("Die Geschichtlichkeit der Dinge", 175-210) und Kap. 6 ("Ein Kollektiv von menschlichen und nicht-menschlichen Wesen", 211-264

- benennt das "Dispositiv" (etwa das Kino) im Unterschied zur konkreten Medientechnik (etwa der kinematographische Projektionsapparat) die Gesamtheit dessen, was an Peripherie-Einrichtungen notwendig ist, um einem technischen Medium seine Wirkungsmacht zu verleihen;

²⁴⁷Joseph Henry, *On Induction from Ordinary Electricity; and on the Oscillatory Discharge*, in: *Proc. Am. Phil. Soc.*, vol 2, 193-196; June 17, 1842; Wiederabdruck in: *Scientific Writings of Joseph Henry*, Bd. 1, 200-203, hg. v. Smithsonian Institution, Washington. D. C., 1886

²⁴⁸ Heidegger 1959: 29

französische Apparatus-Theorie widmete sich diesem Ensemble in ideologiekritischer Absicht²⁴⁹

- definiert Latour ein Netzwerk aus menschlichen und nicht-menschlichen Agenten des Wissens: teils technischer, teils materialer, teils sozialer Natur; beschreibt das Ineinandergreifen heterogener Faktoren, das erst tatsächliche Mediensysteme als Realität (nicht nur als Experiment oder Patent) hervorbringt; verfehlt dieser erweitert soziologische Zugriff das Akute des Wissens, das in Medien selbst implizit am Werk ist

Die nachrichtentechnische Definition des Mediums von der Kanalkodierung her

- Medienbegriff in der Epoche der Nachrichtentechnik wesentlich vom Übertragungskanal her gedacht

- Mediumvorgänge im *technischen* Sinne etwas, das nicht wie Werkzeug primär energetisch auf Materie einwirkt, sondern als physikalischer (und damit vielfach rauschanfälliger) Kanal für Übertragung und Speicherung von Signalen fungiert; werden "lose gekoppelte" Aggregationen erst durch "feste Kopplung" vom Medium zur Form (Fritz Heider²⁵⁰), sprich: informiert. Im *logischen* Sinne verkörpern Medien einen Modus der Kontrolle (Codes im Sinne der mathematischen Theorie der Information).

- technisches Medium der physikalische oder logische Ort, durch den etwas, was vorher kodiert werden muß, um übertragbar zu sein, hindurchläuft - nicht ohne Spuren im Übertragenen zu hinterlassen, nicht ohne Verrauschung verantwortlich; wird am Ende etwas übertragen sein, das dekodierbar ist; meint dies nicht allein den physikalischen Kanal, sondern im erweiterten Sinne ergänzt um die Operationen und Prozesse zwischen Sender und Empfänger - relational, dynamisch, signalprozeßhaft, kodierungsabhängig²⁵¹; wird dieser Prozeß in technischen Medien (als kulturellen Artefakten) ingenieurtechnisch und technomathematisch gemeistert

- derart mit mathematischer Intelligenz versehen, lassen sich bislang unvordenkliche Innovationen in Text-, Klang- und Bildräumen vollziehen,

²⁴⁹ Etwa Jean-Louis Baudry, Das Dispositiv: Metapsychologische Betrachtungen des Realitätseindrucks, in: Psyche. Zeitschrift für Psychoanalyse und ihre Anwendungen, hg. v. Margarete Mitscherlich, 48. Jahrgang, Heft 11 (November 1994), 1047-1074. Dazu Hartmut Winkler, Der filmische Raum und der Zuschauer. "Apparatus" - Semantik - "Ideology", Heidelberg (Winter) 1992

²⁵⁰ Fritz Heider, Ding und Medium, in: Symposion, Bd. 1, Heft 2 (1927), 109-157

²⁵¹ Siehe Wolfgang Ernst, "Merely the medium"? Die operative Verschränkung von Logik und Materie, in: Stefan Münker / Alexander Rösler (Hg.), Was ist ein Medium?, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2008, 158-184

etwa das *image-based image retrieval* nach Kriterien der schieren Ähnlichkeit

- finden in der Nachrichtentheorie Medien- und Informationsbegriff zueinander²⁵²

- am Beginn der Übertragungskette eines Kommunikationssystems die Informationsquelle, etwa "a function of time and other variables as in black and white television - here the message may be thought of as a function $f(x, y, t)$ of two space coordinates and time, the light intensity at point (x, y) and time t on a pickup tube plate"²⁵³

- beschreibt Shannon den Übertragungskanal als „merely the medium used to transmit the signal from transmitter to receiver“ (in begrifflicher Tradition des aristotelischen *to metaxy*) als Bezeichnung für physikalische Medien wie Luft, Wasser und durchscheinende Kristalle)

- steht im Zentrum der mathematischen Theorie der Information die kanalgerechte Kodierung; gilt für den *channel*, daß er "merely the medium" zum Transport der Signale ist: "Der *Kanal* ist nur das Mittel (*medium*), das benutzt wird, um das Signal vom Sender zum Empfänger zu übertragen. Es können ein paar Drähte sein, ein Koaxialkabel, ein Frequenzband, ein Lichtstrahl, usw."²⁵⁴

- Kanal nicht nur raumgreifende und signalverzögernde Leitung für Übertragung, sondern mit Speichermedien als sein Kehrwert die Aufhebung in der; Zeit als Kanal *alias* Überlieferung, Kodierung von Nachrichten an die Nachwelt; wird auch das Archiv, der Speicher, zum Zeit-Kanal; kommt das ins Spiel, was in der Hermeneutik von Kultur "Tradition" heißt; hat George Kubler die Frage nach *The Shape of Time* als „Remarks on the History of Things“ (sein Untertitel) gestellt [*1962] und darin eine ausdrückliche Nachrichten-, nämlich Signal- und Relaisstheorie der Klassifizierung von Dingen in der Zeit aufgestellt: „Historische Kenntnis beruht auf Übermittlungen, bei denen Sender, Signal und Empfänger jeweils variable Elemente sind, die die Stabilität der Botschaft bewirken.“

- "Man spricht <...> auch dann von einem Kanal, wenn es möglich ist, durch S zur Zeit t_1 im Kanal Signale zu erzeugen und durch E zur Zeit t_2 aus dem Kanal zu entnehmen (*zeitlicher Kanal*, Speicher, Gedächtnis). In diesem Sinne sind auch Bücher, Tonbänder usw. 'Kanäle'. Treffen die

²⁵² Siehe D. A. Bell, *Information Theory and its Engineering Applications*, London (Pitman) 1953

²⁵³ Claude Shannon, *The Mathematical Theory of Communication*, in: ders. / Warren Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*, Urbana, Ill. (University of Illinois Press) 1963 [*1949], 29-125 (33)

²⁵⁴ Claude E. Shannon, *Eine Mathematische Theorie der Kommunikation* [*1948], in: ders., *Ein / Aus. Ausgewählte Schriften zur Kommunikations- und Nachrichtentheorie*, hrsg. v. Friedrich Kittler / Peter Berz / David Hauptmann / Axel Roch, Berlin (Brinkmann + Bose) 2000, 7-28 (12)

angegebenen möglichen Bedingungen beide zu, so spricht man von einem *raumzeitlichen Kanal*." <xxx: 294 f.

- insistiert Fritz Heider in seinem Aufsatz "Ding und Medium" darauf, daß Übertragungen (Lichtstrahlen etwa) "Kunde von Dingen geben"²⁵⁵ - ein aus Herodots Begriff der *historia* vertrauter Begriff. Kunde geben die Dinge entweder als Signale oder als kodierte Information; streng nach Norbert Wiener Information weder Materie noch Energie; den Medienbegriff sowohl substantialistisch wie auch informatisch denken

Technizität und Vollzug

- e-ntscheidend für die Ausdifferenzierung der Medienbegriffe das Verhältnis der technologischen Artefakte zur Zeit: ihre Eigenzeitlichkeit und ihr In-der-Zeit-Sein

- eröffnet die nicht mehr nur technische, sondern unterdessen hochtechnische Welt elektronischer Medien algorithmisierte Mikroverläufe (in) der Zeit, die menschliches Handeln oder Denken unterlaufen

- wissen Meßmedienals Geschehen implizit um solche anderen Zeiten; ist der Kymograph, die zentrale Gerätschaft des 19. Jahrhunderts zur graphischen Fixierung zeitvariabler Größen, in der Lage, kleinste Zeitmomente zu registrieren, die sich bereits der menschlichen Wahrnehmung entziehen²⁵⁶; schreibt sich in solchen Mikrochronographien Zeit nicht mehr als Geschichte, sondern medienarchäographisch

- "The machine is a vehicle for action and information in a three-way relationship involving man, the machine and the world, with the machine in between man and the world" = Simondon 1980: 68; Gerard Simondons Begriff der "recurrent causality" (also Gleichursprünglichkeit) als Begründung der Individualisierung technischer Objekte, in Kap. II, Abschnitt III

- gehören Technologien einerseits fraglos einer Kulturgeschichte an und tragen deren historischen Index als Wissensgeschichte an sich; sind andererseits aus medienarchäologischer Sicht - also aus der heuristisch unterstellten Perspektive der Medien höchstselbst - Zeitweisen am Werk, die sich als invariant gegenüber historisch-diskursiver Relativität erweisen, so wie sich ein Ton der schwingenden Saite seit Jahrtausenden im gleichen Frequenzraum ereignet. "Technical essence is recognizable by the fact that it remains stable all through the course of evolution and <...> is ever

²⁵⁵ Fritz Heider, Ding und Medium, in: Symposion, Heft 2 / 1926, 109-157; auszugsweise Wiederabdruck in: Pias et al. (Hg.) 1999: 319-333 (329)

²⁵⁶ Nach wie vor grundlegend: Hermann Helmholtz, Über die Methoden kleinste Zeittheile zu messen und ihre Anwendung für physiologische Zwecke, Königsberger naturwissenschaftliche Unterhaltungen 2 (1851), 169-189

capable of producing structures and functions by internal development" = Gilbert Simondon, *On the Mode of Existence of Technical Objects*, übers. v. Ninian Mellamphy, London (University of Ontario) 1980, hier zitiert nach dem *online*-Typoskript; Gilbert Simondon, *Du Mode d'Existence des Objets Techniques*, Paris (Aubier) 1958; dt.: *Die Existenzweise technischer Objekte* / Gilbert Simondon. Aus dem Franz. von Michael Cuntz, Zürich (Diaphanes) 2012

- verwendet Martin Heidegger das Wort "Gestell" in zugegebenermaßen "gewagter" Weise als Name für das Wesen der modernen Technik
<Heidegger 1959: 28>

- ist von Oswald Spenglers operativem Begriff der Gedanke vorgegeben, daß Technik erst im Vollzug zu sich kommt: "Um das Wesen des Technischen zu verstehen, darf man nicht von der Maschinenteknik ausgehen <...>.

Die Technik ist die Taktik des ganzen Lebens. <...> Es kommt nicht auf die Herstellung von Dingen an, sondern *auf das Verfahren mit ihnen*²⁵⁷; ist dieser Vollzug operative Diagrammatik; technische Erfindung "setzt beim Erfinder die intuitive Kenntnis der Technizität der Elemente voraus; die Erfindung vollzieht sich auf dieser Zwischenebene zwischen dem Konkreten und dem Abstrakten, die das Niveau der Schemata ist [...]"²⁵⁸

Das Gesetz der Technik

- treffliche Definitionen von Technik finden *volens volens* im Technikrecht; heißt es in einer juristischen Abhandlung von 1955 zur Spezifik des Technikrechts, daß die Welt der Technik sich ihr eigenes Recht auf Grund ihrer Eigengesetzlichkeit geschaffen habe; steht hier "'das Gesetz' zeitlich und herrschend v o r dem Recht"²⁵⁹; Begründung eine durchaus transanthropozentrische: "Diese Autonomie, d. h. Eigen- und Selbstgesetzlichkeit der Technik <...> beruht nicht auf Macht, gar Anmaßung der die Technik nutzenden M e n s c h e n . Vielmehr bestimmt die Technik selbst, bestimmt die Natur, bestimmt die Materie, was zwischen ihr und den die Technik nutzenden Menschen rechtens sein soll, dokumentiert die Technik 'diktatorisch' ihre N a t u r - G e s e t z e "
<ebd.>

- hänge elementare Kulturtechniken unmittelbar (transitiv) am menschlichen Körper, energetisch (Ackerbau) wie kognitiv (der Akt des

²⁵⁷ Oswald Spengler, *Der Mensch und die Technik*. Beitrag zu einer Philosophie des Lebens, München 1930, 6f (Hervorhebung Spengler)

²⁵⁸ Gilbert Simondon, *Die Existenzweise technischer Objekte* / Gilbert Simondon. Aus dem Franz. von Michael Cuntz, Zürich (Diaphanes) 2012, 67

²⁵⁹ Friedrich List, *Verwaltungsrecht technischer Betriebe*. Zugleich eine Einführung in das Recht der Technik als Beispiel angewandter Wissenschaft, Baden-Baden (Verl. f. Angewandte Wissenschaften) 1955, 10

Schreibens und Lesens); wird mit der Turing-Maschine ein ausdrücklicher Schreib- und Lesekopf (Turing 1936/37) selbsttätig, damit die automatisierte, also selbständig wissensbegabte Maschine. "Man besitzt einen Wagen und kann ihn betreiben; jeden Wagen <...> das Automobil" <ebd.>. "Man besitzt eine Maschine, man betreibt sie. Man besitzt sie, um sie zu betreiben" = List 1955: 25; resultiert eine technikspezifische Form der Rechtsverletzung; Gefängnisstrafandrohung aus § 317 StGB für denjenigen, der vorsätzlich "den Betrieb einer zu öffentlichen Zwecken dienenden Telegraphenanlage dadurch verhindert oder gefährdet, daß er Teile oder Zubehörungen derselben beschädigt oder Veränderungen daran vornimmt" = zitiert ebd.; gilt für Nachrichten- wie Verkehrsmittel. Nicht nur die Eingriff in Hardware, sondern auch deren Programmierung ist laut § 315 StGB strafbar für denjenigen, der "vorsätzlich Eisenbahnanlagen, Beförderungsmittel <...> dergestalt beschädigt oder auf der Fahrbahn durch falsche Zeichen oder Signale <...> solche Hindernisse bereitet, daß dadurch der Transport in Gefahr gesetzt wird" = zitiert nach List 1955; 25

Von klassischen Bildmedien zu mathematisierten "Weltbildern"

- gibt es Welten, die sich erst dem apparativen Blick erschließen: "Es ist ja eine andere Natur, welche zur Kamera als welche zum Auge spricht; anders vor allem so, daß an die Stelle eines vom Menschen mit Bewußtsein durchwirkten Raums ein unbewußt durchwirkter tritt"; von diesem "Optisch-Unbewußten" erfährt Betrachter erst durch die Photographie²⁶⁰

- kalter Blick der medienarchäologischen Analyse, der für einen Moment Distanz zum menschlichen Blick nimmt und sich mit der apparativen Sichtweise verbündet; medienästhetischer Photodynamismus der italienischen Futuristen (Giulio Bragaglia's *Fotodinamismo Futurista* 1911-1913) und Dziga Vertovs Film *Mann mit der Kamera* (1929)

- Maurizio Lazzarato, Videophilosophie, Berlin (b_books) 2002; Photographie und Film reine Speicherbilder; bedarf das elektronische Bild der rhythmischen Erneuerung, um nicht im Nu auch schon wieder zu vergehen; demgegenüber symbolverarbeitende Maschinen; währt das vollmechanisch erzeugte Bild aus Zeilen und Spalten (Kette und Schuß), einmal gewebt, immerfort; mit dem Jacquart-Webstuhl das Bildweben in durch Lochkarten gesteuerter, mithin: programmierter Form

- Computer nicht schlicht eine symbolverarbeitende (Schreib-)Maschine; Till A. Heilmann, Textverarbeitung. Eine Mediengeschichte des Computers als Schreibmaschine, Bielefeld (transcript) 2012; im physikalischen Medienbegriff eine signal- und damit zeitkritische Maschine

²⁶⁰ Walter Benjamin, Kleine Geschichte der Photographie, in: ders., Medienästhetische Schriften, hg. v. Detlev Schöttker, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2002, 302f

- elektronischer Bildwebstuhl namens Bit-mapped Graphics auf dem Computerbildschirm; wird das Vorbild in Bruchteilen von Sekunden zeilenweise aufgelöst und ebenso zeilenweise wieder synthetisiert. Anders als im Kino zerfällt selbst das vormalige Einzelbild noch in einen blitzschnell springenden Zeitpunkt des Kathodenstrahls; Peter Berz, Bitmapped Graphics, in: Volmar (Hg.) 2009; wird das Bild im Digitalcomputer zu einer mathematischen Funktion; Martin Heideggers Zeitkritik und Begriff des "Weltbilds": keine optische Imagination, sondern mathematische Funktion

- sind Texturen, aus denen heutige Bildwelten gewebt sind, algorithmischer Natur: "Software ist einerseits *Text*, andererseits *Maschine*. Sie ist Maschine nur als Text, als Text also, der wirken kann, als wäre er selbst Maschine. <...> Software weist Merkmale von Maschinen auf und weist sie nicht auf. Nur in Funktion weist sie sie auf; in Ruhe ist sie beschreibender Text. Jeder weiß, daß das Geheimnis darin liegt, daß dieser Text exekutierbar ist und daß eben darin seine Maschinenhaftigkeit besteht" = Frieder Nake, Das algorithmische Zeichen, in W. Bauknecht / W. Brauer / Th. Mück (Hg.), Informatik 2001, 2 Bde., Bd. II, Wien 2001, 736-742 (737) - im Einklang mit der Definition von "Medien-im-Vollzug"; Begriff der "Maschinenhaftigkeit" bei Nake; über das Wesen(tliche) der Maschine Franz Reuleaux, Theoretische Kinematik. Grundzüge einer Theorie des Maschinenwesens, Braunschweig 1875

- der perspektivische Raum vom Computer als n -dimensionalem System überwunden, oder schreibt er sich in Programmen wie *SoftImage* fort? Berechenbarkeit von Bildräumen; die damit implizierte Umkehrbarkeit der Perspektive als Meßverfahren; Erwin Panofsky, Perspective as symbolic form (1991); Albertis reale und symbolische Maschine zur diskreten Übertragung von Statuen-Information; Mario Carpo mit Francesco Furlan, Leon Battista Alberti's Delineation of the City of Rome. Arizona Center for Medieval and Renaissance 2007; Mario Carpo, "Drawing with Numbers: Geometry and Numeracy in Early Modern Architectural Design", in: The Journal of the Society of Architectural Historians 62/4 (2003), 448-469

- Joh. Heinrich Lamberts *Logische und philosophische Abhandlungen*, zum Druck befördert v Joh. Bernoulli, 1. Bd., Berlin 1782, Vorwort Christopf Heinrich Müller> xix: "Endlich gehen die Zeichen in die Imagination über und dann hat die Maschine ihre Vollkommenheit erhalten. Die Imagination ist was man sie seyn macht; ordentlich, methodisch, dem Verstand analog, wenn sie dazu erzogen wird"; definiert Heidegger das gegenwärtige "Weltbild" als ein primär naturwissenschaftliches, mithin: kartesisch-mathematisches

- "Techno-logie" Physik (Hardware) und Logos (Software); Gotthard Günther, Das Bewusstsein der Maschinen, 2. Aufl. 1963, mit Anhang über den Unterschied zwischen klassischen archimedischen und trans-klassischen kybernetischen Maschinen

- den von Max Bense so definierten *ästhetischen Zustand*, als die ästhetische Energie eines künstlerischen Objekts, machen die konträren

Komponenten Ordnung und Komplexität aus: „Der `ästhetische Zustand´ ist zwar ebenso `material´ wie der `physikalische Zustand´ des betrachteten Objektes, jedoch im Gegensatz zu diesem extrem schwach determiniert und damit, statistisch gesehen, durch gewisse `unwahrscheinliche Verteilungen´ (`Ordnung´, `Gliederung der Elemente´) ausgezeichnet“²⁶¹; am Ende die Mathematik selbst als Maschine

- medienarchäologische Gretchenfrage zum Digitalcomputer: Mathematisierung der Maschine oder Mechanisierung der Mathematik? Novalis, aus seinem *Allgemeinen Brouillon*, Nr. 69, Stichwort Mathematik: "Sie ist vielleicht nichts, als die *exoterisirte*, zu einem äußern *Object und Organ*, gemachte Seelenkraft des Verstandes - ein realisirter und objektivirter Verstand. [...] Unser Geist soll sinnlich wahrnehmbare Maschine werden - nicht in uns, aber außer uns"²⁶² - die in technologische Operationen gewendete Mathematik.

Logische Maschinen: Kalkül und Computer

- zerfällt Medienwirklichkeit in physikalische Materialität (das Reich der Technik für Übertragung und Speicherung von Signalen) einerseits, und in logische Operationen (mathematische Symboloperationen) andererseits; konvergiert im Digitalcomputer, der einerseits nachrichtentechnischer Bestandteile im Sinne der Nachrichtentechnik inkorporiert (Verzögerungsleitungen zur ultraschnellen Zwischenspeicherung von Impulsketten), auf der anderen Seite der symbolischen Ordnung angehört und somit (gemäß Jacques Lacan) eine Maschine darstellt: "Die Maschine, das ist die Struktur als abgelöst von der Aktivität des Subjekts. Die symbolische Welt, das ist die Welt der Maschine."²⁶³

- Leibniz' Schrift *De Progressione Dyadica* bis hin zu Alan Turings Aufsatz "On computable numbers" (1936); geht es um Kalküle, die nicht mehr nur von menschlichen Rechnern, sondern auch mit einer Maschine ausgeführt werden können

- Theorie und Maschine gleichursprünglich in der mechanischen Algebra: "Charaktere wie Ausdrücke sind Medien. Die einen operieren im Raum (der

²⁶¹ Max Bense, Ästhetik und Programmierung, in: Bilder Digital. Computerkünstler in Deutschland 1986, hg. v. Alex u. Barbara Kempkens, München (Barke) 1986, 22-30 (23). *Veröffentlicht zunächst in: IBM-Nachrichten Nr. 180 (1966) und 1967 in: Exakte Ästhetik 5 / Kunst aus dem Computer (Verlag Nadolski)*

²⁶² Novalis, Das Allgemeine Brouillon. Materialien zur Enzyklopädistik, in: ders., Schriften, hg. v. Paul Kluckhohn / Richard Samuel, Bd. 3, Darmstadt 1983

²⁶³ Jacques Lacan [*1954], *Das Ich in der Theorie Freuds und in der Technik der Psychoanalyse. Das Seminar von Jacques Lacan, Buch II (1954-1955)*, Olten / Freiburg i. Br. 1980, 64

Typographie) und aufgrund der Koexistenz lokaler Zeichen, die anderen operieren in der Zeit und mit der Sukzession von Signalen."²⁶⁴

- "Historisch begann Programmierbarkeit, so sie denn von Kalkülisierung unterschieden werden darf, wohl erst zu jener Zeit, als die Technologie von Werkzeugen zu Maschinen übergang, anstelle der Einzelstückherstellung also die standardisierte Massenproduktion trat. <...> Erst solche wahrhaft modularen Systeme, wie Babbage wohl als erster sie für seine Protocomputer gefordert hatte,²⁶⁵ dürften eine zumindest in Grenzen programmierbare Hardware möglich gemacht haben"²⁶⁶; automatisiert der Stapel sortierter Lochkarten in Charles Babbages Entwurf einer Analytical Engine

- ist Jacques Lacan zufolge *automaton*, was das Reale symbolisch (und sei es schaltungstechnisch) substituiert; scheint das Reale am Rande der symbolischen Ordnung wieder auf: Friktionen

- Computer nicht nur symbolisch entworfen im Sinne von Charles Babbages "mechanical notation" in ders., *On a method of Expressing by signs the action of machinery* (1826), sondern liest und prozessiert seine Eingaben auch symbolisch im Sinne der Turing-Maschine

Am Ende: Medium versus Datenformat?

- bedürfen *streaming media* einer standardisierten "technischen" (besser: technologischen, techno-mathematischen) Grundlage, "sei es in der Codierung, im Protokoll oder im Format"²⁶⁷

- Musik im Zeitalter digitaler Datenströme: "Das Format ändert sich von einem gesicherten zu einem dynamischen" = Heidenreich 2004: 204; Jonathan Sterne, *MP3. The Meaning of a Format*, Durham (Duke University Press), 2012;

transformieren die vormaligen Einzelmedien zu reinen digitalen Formaten; nicht länger Tonträger als Waren verwertet. "Das Format ändert sich von einem gespeicherten zu einem dynamischen."²⁶⁸

- "Mit Zahlen ist nichts unmöglich. Modulation, Transformation, Synchronisation; Verzögerung, Speicherung, Umstastung; Scrambling.

²⁶⁴ Bernhard Siegert, *Passage des Digitalen. Zeichenpraktiken der neuzeitlichen Wissenschaften 1500–1900*, Berlin (Brinkmann & Bose) 2003, 131

²⁶⁵ Dazu Anthony F. Hyman, *Charles Babbage, 1791–1871. Philosoph, Mathematiker, Computerpionier*, Stuttgart 1987

²⁶⁶ Friedrich Kittler, *Hardware, das unbekannte Wesen*, in: *Lab. Jahrbuch für Künste und Apparate 1996/97*, hrsg. von der Kunsthochschule für Medien, Köln (Verlag Walther König) 1997, 348–363

²⁶⁷ **Stefan Heidenreich, *FlipFlop. Digitale Datenströme und die Kultur des 21. Jahrhunderts*, München / Wien (Hanser) 2004, 127**

²⁶⁸ Heidenreich 2004: 204

Scanning, Mapping - ein totaler Medienberbund auf Digitalbasis wird den Begriff Medium selber kassieren²⁶⁹; schüttet Lev Manovich den Begriff des technischen Mediums mit dem digitalen Bade aus: "From media studies, we move to something that can be called software theory."²⁷⁰

Zum Begriff der Technologie (Techno/logien)

- steht Sprache als diskrete (phonetische) Artikulation für die Technizität des *lógos*; insofern Mensch schon durch den frühen (prähistorischen / frühkindlichen) Spracherwerb technifiziert und nicht ein Gegensatz zur Technik. Solange in die Luft gesprochen wird, ist das vorliegende Medium nur Übertragungskanal im physikalischen Sinn; wird der kulturtechnisch eskalierte Begriff von Technologie sinnvoll dann, wenn der Medienkanal (im Sinne Shannons) selbst technisch wird

- Norbert Wiener "one of those mathematicians for whom contact with actual phenomena in physics, engineering, or biology would sometimes play a fruitful role in protecting his mathematics from becoming empty and artificial"²⁷¹; technologische Medien die Szene, wo die reale Welt und Mathematik sich treffen, dramaturgisch angeleitet von technischer / logischer Intelligenz; Wieners "middle ground where physics and mathematics meet" <zitiert ebd.>. "It is in this way that the phenomenon of Brownian motion focused his mathematics" = Heims, ebd.; sein nicht romantischer, sondern mathematisch-analytischer Blick aus dem Büro am MIT auf die sich kräuselnden Wellen des River Charles

- Elektrotechnik: Elektronenröhre als Verstärker; Elektronik: durch Schaltung gehandhabte Elektrizität; gehört alles, was schaltbar ist, bereits der Booleschen / Shannonschen Logik an: insofern Techno/logie

- Johann Beckmann, veröffentlicht 1806 seinen *Entwurf einer allgemeinen Technologie*; Vorrede: "daß die Künste und Handwerke nicht sowohl durch ganz neue Erfindungen erstaunlich verbessert worden sind, als vielmehr nur durch Übertragung der Mittel von einem Handwerk zum anderen"; Hermann Heinz Wille, Johannes Beckmann. Wegbereiter der Technologie, in: *Urania-Universum*, Bd. 35 <1989?>, 73-80

- spaltet sich Medienbegriff in seine technologischen (elektrophysikalisches) und seine funktionalen (logischen / informationstheoretischen) Vollzugs- (nicht: "Seins"-)weisen; wirken Medienim *technischen* Sinne als etwas, das nicht wie Werkzeug energetisch auf Materie einwirkt, sondern als physikalischer Kanal für Mediumvorgänge (Fritz Heider) fungiert. Im *logischen* Sinne verkörpern

²⁶⁹ Friedrich Kittler, *Grammophon - Film - Typewriter*, xxx, xxx

²⁷⁰ Lev Manovich, *The Language of New Media*, Cambridge (MIT) 2001, 48

²⁷¹ Steve J. Heims, John von Neumann and Norbert Wiener. *From Mathematics to the Technologies of Life and Death*, Cambridge, Mass. / London (The MIT Press) 1980, 68

Medien einen Modus der Kontrolle (Codes im Sinne der mathematischen Theorie der Information).

Technikphilosophie

- posthum ediertes Werk McLuhans, das in direkter Anlehnung an Vico formuliert ist: Marshall McLuhan / Eric McLuhan, *Laws of Media. The New Science*, Toronto / Buffalo / London (Univ. of Toronto Press) 1988; Friedrich v. Gottl-Ottlilienfeld: *Wirtschaft als Leben*. Jena 1935, darin "Die Grenzen der Geschichte" (1903)

Der "Apparat"

- "Mit einem `Apparat´ meine ich ein mit einer `Funktion´ ausgestattetes Ding oder Arrangement" = Elisabeth von Samsonow, *Was ist anorganischer Sex wirklich? Theorie und kurze Geschichte der hypnogenen Subjekte und Objekte*, Köln (Walther König) 2005 [= International Flusser Lecture der Kunsthochschule für Medien Köln], 26, Anm. 27

- Apparate oder "Inskriptions-Anordnungen", die "Stücke von Materie in geschriebene Dokumente verwandeln" = Bruno Latour / Steve Woolgar, *Laboratory Life*, Princeton (Princeton UP) 1986, 51; Programmierung von Hardware; Reuleaux, kinematische Verkettungen

Technikphilosophie mit Heidegger

- Fall für "Unverborgenheit" von Technik Shannons "ultimative Maschine", die nach dem Einschalten sich selbst wieder durch Auftauchen einer verborgenen Hand ausschaltet (Hinweis Kittler)

- Heidegger 1954: Technik die Geschichte des Logos; löst sich der Logos vom Alphabet mit Algebra durch Umnutzung der Buchstaben (Vieta); Lesart von "Techno/logie" Hard-/Software

- ist menschliche Handlung in Kulturtechniken wie etwa das alphabetische Schreiben und Lesen gestellt, entfaltet sich deren Logik und Operationsweisen.

- Flug/zeug *wird* technisch bestellt; wird Natur hingegen neuzeitlich als bereits gestellt wahrgenommen sich, um kulturtechnisch (im agrarischen Sinne) erschlossen zu werden; beschreibt es Heidegger als das Wesen der modernen Technik, "daß die in der Natur verborgene Energie aufgeschlossen, das Erschlossene umgeformt, das Umgeformte gespeichert, das Gespeicherte wieder verteilt und das Verteilte erneut umgeschaltet wird. Erschließen, umformen, speichern, verteilen,

umschalten sind Weisen des Entbergens"²⁷² - Schaltkreise und kybernetische Operationen, die mit Relais im Sinne der Optionen "geschlossen" und "offen" operieren; Mensch an Orgel auf logische Steuerung von Ventilen konzentriert, *bias* bereits vom Luftdruck des Gebläses gleich Stromspannung im Synthesizer, anders als Klavier oder Chordophone, das der Energieerzeugung von Seiten des Spielers selbst bedarf

Kybernetik / Kommunikation

- Gotthard Günther über "Die philosophische Bedeutung der Kybernetik"; liegt Bewußtsein vor, sofern Prozesse in den Zustand der dynamischen (reverberativen) negativen Rückkopplung geraten (Schwingkreis)

- teilt Wiener Begriff der Information zunächst mit Claude Shannon; Übermittlung von Information ist nur als die Übermittlung von Alternativen möglich; wo es nur eine einzige Möglichkeit gibt, klüger, die Mitteilung des erneuten Eintritts dieser einzigen Möglichkeit zu unterlassen, weil diese Mitteilung keinerlei Informationsgehalt besitzt (Redundanz); Einheit der Information eine einzelne Entscheidung, die zwischen zwei gleichwahrscheinlichen Alternativen wählt; mit binärer Bestimmung Weg für die quantitative Behandlung von Informationen bereitet

- Begriff der Kommunikation von Wiener nicht explizit von dem der Information unterschieden; scheidet sich vielmehr am Signalbegriff (physikalischer Träger einerseits, Informationsprägung andererseits)

- derart ausgedehnt, *dehumanisiert* Begriff der Kommunikation - ähnlich Luhmanns "kalter Blick" auf das Ensemble von autopoetischen Subsystemen - das, was klassische Soziologie gemeinhin unter Gesellschaft versteht

Rückkopplung, Fehlerkorrektur

- Rückkoppelung in technischer Kybernetik; Signale in Schalt- und Regelkreisen; "Rückkopplung, Rückführung, all. die Beeinflussung eines Geschehens durch Rückwirkung der Folgen auf den weiteren Verlauf [...]" = Brockhaus-Enzyklopädie, 19. Aufl. 1992, 615

- "*Negative feedback* influences the sender to correct or change the message because of observed undesired effects. It thus contributes to communicative homeostasis, the maintenance of a steady state. *Positive feedback* reinforces existing structures of the message [...]" = Winfried Nöth, Handbook of Semiotics, Stuttgart 1990, 178

²⁷² Martin Heidegger, Das Wesen der Technik, in: ders., Vorträge und Aufsätze [1954], 2. Aufl. Pfullingen (Neske) 1959, 24

- hochfrequente Oszillationen meßbar nicht mit elektromechanischen Instrumenten, deren Trägheit (etwa das Galvanometer) den ultraschnellen gedämpften Schwingungen nicht zu folgen vermag. Andererseits darf das messende Oszilloskop nicht Einfluß auf den Vorgang selbst nehmen (denn es steht seinerseits unter Strom) und damit eine Beobachterunschärfe herstellen; Galvanmeter entnimmt seine Bewegung dem gemessenen Vorgang - und nimmt damit Einfluß (Abfluß von Elektronen) auf denselben. Anders das Oszilloskop, das durch seinen Arbeitsstrom aus Distanz zu messen vermag, ohne den eigenen Strombedarf mit dem gemessenen Stromvorgang kurzzuschließen

- Windkraftwerke: Windräder nehmen scheinbar schadensfrei Windenergie ab, um sie (Prinzip Siemens-Dynamo) in Strom zu wandeln; sie bremsen aber als Windabnehmerfeld (in Gruppen) tatsächlich den Wind aus, greifen damit verändernd in die Windrichtung / in das Wetter ein, steuern den Wind wie Gitterstrom im "Wetter" der Elektronenröhre

Regelkreis

- Regelkreis ein in sich geschlossene Wirkungsablauf für die Beeinflussung einer physikalischen Größe in einem Prozeß. "Wesentlich hierbei ist die Rückführung des aktuellen Wertes an den Regler (negative Rückkopplung) und ein kontinuierlicher Soll-Ist-Vergleich" =

<http://de.wikipedia.org/wiki/Regelkreis>; Zugriff 29. Juli 2009; Aufgabe des Reglers, "das Zeitverhalten der Regelgröße zu verbessern"

- nicht nur rein technisches Modell, sondern allgemeines Organisationsprinzip; Selbstregulation und Systemtheorie

- Wenn das zeitliche Regelverhalten eines einfachen Raumtemperaturregelkreises mit Hilfe eines Simulationsprogramms untersucht werden kann, ist dies ein Hinweis auf die im Kern mathematische Natur der kybernetischen Prozeßanalyse. "Das Simulationsprogramm wurde als JAVA-Applet programmiert. das Simulationsprogramm ermöglicht, den Streckentyp, die Streckenparameter sowie die Reglerparameter zu variieren und das jeweilige Zeitverhalten zu berechnen. Nach Start der Simulation kann [...] die Antwort der Strecke auf eine sprunghafte Verstellung des Stellsignals berechnet werden" =

Benjamin Krainik et al., Simulation des Verhaltens eines

Temperaturregelkreises mit Java: [\[o.hm.edu/fb05/vs/UnterlagenLehre/paerschke/javasimulation/start.html\]\(http://w3-o.hm.edu/fb05/vs/UnterlagenLehre/paerschke/javasimulation/start.html\)](http://w3-</p></div><div data-bbox=)

Zugriff: 29. Juli 2009

Neuro-Kybernetik

- "Repräsentation" von Außenwelt im Hirn eine fehlleitende Begrifflichkeit; muß weniger vom Bild denn von der Zeit her gedacht werden, als Dynamik, die mit klassischen Zeitfiguren der Kybernetik wie Rekursivität, sensomotorische Schleifen (Feedback), Synchronisation, Nicht-Linearität

und Durchquerung von Phasenräumen buchstäblich (nämlich im mathematische Sinne) *ausdifferenziert* (und mithin analogrechnerisch modelliert) werden kann = Frank Pasemann, Repräsentation ohne Repräsentation - Überlegungen zu einer Neurodynamik modularer kognitiver Systeme, in: Interne Repräsentationen - Neue Konzepte der Hirnforschung, hrsg. von Gebhard Rusch, S. J. Schmidt, O. Breidbach, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1996, 42-91; Zeitfiguren, die aus Shannons und Wieners Modellen zur Anti-Aircraft Prediction vertraut sind

- Begriff des "Informationsfelds", um der Verführung der Hirn-Computer-Metaphorik (Verschaltungen) zu entgehen = Horst Völz, Das Mensch-Technik-System. Physiologische, physikalische und technische Grundlagen, Software und Hardware, xxx (Expert-Verlag) 1999

- Kybernetik untersucht primär funktionale Zusammenhänge, losgelöst vom stofflichen Substrat

- neuronale "Netze": Primat der Verschaltung; nicht Zellen selbst analysiert

- Computer als geschlossene Systeme; demgegenüber lebende Systeme: Metabilismen mit der Umwelt, Zielorientierung; dagegen negentropische "Geistes"beschäftigung des Menschen

- Transienten - wie die angezupfte Saite - legen einen Weg bis zum letztendlichen Zustand zurück, durchlaufen dabei Phasen. Transienten im analogen Bereich haben ein Dasein, insofern sie mit dem thermodynamischen Vektor (Zeitpfeil) eines Seins-zum-Tode versehen sind. Für symbolverarbeitende (Turing-)Maschine vergleichbar mit dem "Halteproblem"

Staatskybernetik

- zeitkritisches Element der Rückkopplung, wie es Stafford Beer bei der Regierungsübernahme Allendes in Chile für einen Moment realisierte: installierte einen Computer in Santiago, der (wie die militärischen Kontrollräume der Frühwarnung) im sogenannten *Opsroom* mit einzelnen Betrieben des Landes vernetzt war, zum Zwecke der *real time control*: "Der Computer würde die stets aktuell erhobenen Daten sammeln, vergleichen und auswerten, in Echtzeit Optimierungen vornehmen und Entscheidungen treffen, und zuletzt die erforderlichen Anweisungen an die Betreiber zurücksenden" = Claus Pias, Zeit der Kybernetik. Eine Einstimmung, in: Cybernetics / Kybernetik. The Macy-Conferences 1946-1953, hg. v. Claus Pias, Bd. II: Documents / Dokumente, Zürich / Berlin (diaphanes) 2004, 9-41 (34); Dispositiv dafür (Paul Lazarsfeld) Sozialstatistik; Brechts Radio-Theorie für Rundfunk zum *monitoring* entwickelt = Jack N. Peterman, The 'Program Analyzer'. A new technique in studying liked and disliked items in radio programs, in: Journal of Applied Psychology 24/6 (1940), 738-741

Kybernetik mit Wiener und Lacan (Themen, Thesen)

- *Closed Circuit*-Installationen der klassischen Videokunst; zeitverschobene Rückkopplung: Dan Graham, *present - continuous - past(s)*, 1974

- Problemstellung Flugabwehr-Kanone: "Die einfachste Methode ist, den gegenwärtigen Kurs des 'Flugzeuges geradlinig zu extrapolieren" = Wiener 1948/1992: 30; Zeitreihen. Steuerungsproblem von Flakgeschützen, d.h. dem Problem einer Vorhersage zukünftiger Flugzeugpositionen, woraus sich eine Theorie über die Vorhersage von stationären Zeitreihen bildete

- hat Norbert Wiener für die Vorhersage der Gehbewegungen eines trunkenen Mannes auf dem Trottoir oder für die Abwehr sich nähernder, der Artillerie ausweichender Flugzeuge eine spezielle Zeitreihenanalyse entwickelte. Es geht hier um Vorgänge, die das Innerste des Menschen selbst betreffen - nämlich seine Art und Weisen, sich in dem Zeitfenster namens Gegenwart, also dem Δt zwischen dem Nu der Jetztvergangenheit und dem Vorlauf der Zukunft im Modus des Futur II zu verhalten

- *kybernetes*: Aristoteles, Politik, Buch I, § 1254a, 25 (über den Sklaven): "Von den Werkzeugen sind nun die einen unbelebt, die anderen belebt, wie etwa für den Steuermann das Steuerruder ein unbelebtes Werkzeug ist, der Untersteuermann aber ein belebtes; denn der Handlanger ist bei den Künsten zur Art des Werkzeuges zu rechnen." <Aristoteles, Politik. Schriften zur Staatstheorie, übers. u. hg. v. Franz F. Schwarz, Stuttgart (Reclam) 1989>; McLuhans Begriff des "Servo-Mechanismus" (Sklave / Rückkopplung); Wiener 1948/1992, 33, Anm. 11: Verweis auf L. A. MacColl, *Fundamental Theory of Servomechanismus* <dt.??>, New York (Van Nostrand) 1946

- Regelkreis: Ist-Wert, Soll-Wert, Abweichung (Regeldifferenz), Störgröße; Beispiel Thermostat; Differenz von trivialer Maschine und kybernetischem Regelkreis

- Studiengang Kybernetik an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg und Universität Stuttgart (<http://www.techkyb.de>)

- in Moment, wo sie Operationen folgen resp. ausführen, denken Menschen nicht (wie auch der Apparat nicht denkt, wenn wir an ihm die Operation auslösen). Menschen wie Maschinen sind in einem Symbolgefüge / einem Mechanismus; der Symbolismus (die "Sprache") des Unbewußten. Mensch erlernt diese Sprache; der Maschine wird sie aufgezwungen (programmiert)

- definiert Baudrillard "einen Zustand anthropologischer Ungewißheit": "[...] realiter und subjektiv bin ich Mensch, virtuell und praktisch bin ich Maschine"; war der industrielle Arbeiter der Maschine gegenüber noch entfremdet, heißt es für die Mensch-Technologien-Kopplung: "Sie bilden mit mir einen integrierten Schaltkreis ([...] das Prinzip des Interface). Groß- und Mikrocomputer, Fernsehen, Video und selbst der Fotoapparat sind wie Kontaktlinsen, durchsichtige Prothesen, die derart in den Körper integriert

sind, daß sie fast schon genetisch zu ihm gehören" - oder vielmehr im kognitiven, d. h. den Mensch definierenden Feld = Jean Baudrillard, Videowelt und fraktales Subjekt, in: Barck et al. (Hg.), Aisthesis, Leipzig (Reclam) 1990, 252-264 (260)

- "kybernetische Tür" (Lacan) das Öffnen / Schließen des Stromkreises; Uhrtakt als Eingriff des Symbolischen in das Reale der physikalischen Zeit

- Apriori des von Lacan beschriebenen Gedächtnisses "der integrierte Programmspeicher. <...> Die gespeicherten Daten wirken zugleich als Revision des aktuellen Befehlssatzes. Das Diachronische ist synchronisch operant" = Bitsch 2009: 425 f.; von Neumann: "Die Maschine kann, durch Befehle gesteuert, dem Speicher Zahlen (oder Befehle) entnehmen, sie (wie Zahlen!) verarbeiten und in gleiche oder andere Speicherzellen an den Speicher zurückgeben, d. h. sie kann den Inhalt ihres Speichers verändern, insbesondere auch die im Speicher gespeicherten Befehle einschließlich der Befehle, die ihren Operationsablauf steuern"²⁷³

- Mensch kann kaum umhin, nicht immer schon einen "Sinn" zu erkennen; die Maschine davon suspendiert (Shannons erfolgreiche "Mind reading machine"), operiert auf der syntaktischen Ebene, konkret in Hardware: Verdrahtung

Kybernetik als "Strukturwissenschaft"

- Titel Informatikstudium an TU Berlin ursprünglich "Kybernetik"; nominales Verschwinden nicht auf diskursive technikhistorische Kontexte reduzieren (STS); Kybernetik als techno-logisches Wissen (nichts bloß Menschliches) vielmehr sach- und prozeßnotwendig von den Dingen / Signalereignissen selbst hervorgebracht / insistierend (Fliehkraftregler etwa); Logik: Schaltung; Programmierung: Steuerung; logische Rekursion vs. Fliehkraftregler (Maxwells "governor"); Differenz Rekursion / Rückkopplung

- Stefan Artmann, Kybernetik zwischen Ingenieurwesen und Metaphysik - Eine Fallstudie zum Gebrauch von Analogien in den Strukturwissenschaften, in: Acta Historica Leopoldina Nr. 56, 399 - 417 (2010); ermangelt der "Erdung" in konkreten technischen Objekten / Vollzügen; Signal *verarbeitung* prozessual: keine Struktur (Blackbox), sondern Funktion, im Vollzug

- "I shall consider the living organisms as if they were purely digital automata" = John von Neumann, The General und Logical Theory of Automata, in: Lloyd A. Jeffress (Hg.), Cerebral Mechanisms in Behavior. The Hixon Symposium, New York 1951, 10

- Warren McCulloch, *experimentelle Epistemologie*: "Epistemische Fragen <...> lassen sich, wenn man in den Begriffen der Kommunikation denkt,

²⁷³ John von Neumann, Papers of John von Neumann on Computing and Computer Theory, Cambridge / London / Los Angeles 1987, 19

theoretisch mit Hilfe der kleinsten Signale beantworten, die in Rechenmaschinen Aussagen in Bewegung darstellen" = Warren McCulloch, Verkörperungen des Geistes, Wien / New York 2001, 67

Hirn ungleich Computer (von Neumann et al.)

- privater Brief von Neumanns an Wiener: empirische Basis des McCulloch/Pitts-Kalküls bedenken. Zur Entwicklung solcher Logiken die entsprechenden Meßsysteme, d. h. die mikroskopisch-zytologischen Techniken der Hirnforschung, zu wenig ausgebildet; Schwierigkeiten "reside in the exceptional complexity of the human nervous system"

- im Entwurf für den EDVAC Anerkennung der zeitkritischen Differenz zwischen Hirnneuronen und binären Schaltungen: "We ignore the more complicated aspects of neuron functioning: Thresholds, temporal summation, relative inhibition, changes of the threshold by after-effects of stimulation beyond the synaptic delay, etc. It is, however, convenient to consider occasionally neurons [...] which can be excited only by (simultaneous) stimuli on 2 or 3 excitatory synapses (and none on an inhibitory synapse). It is easily seen that these simplified neuron functions can be imitated by telegraph relays or by vacuum tubes. Although the nervous system is presumably asynchronous (for the synaptic delays), precise synaptic delays can be obtained by using synchronous setups" = John von Neumann et al., First Draft of a Report on the EDVAC, University of Pennsylvania, Moore School of Electrical Engineering, 30. Juni 1945, im ausdrücklichen Anschluß an: W. S. MacCulloch / W. Pitts, A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity, in: Bull. Math. Biophysics, Bd. 5 (1943), 115-133

- setzt US-Firma Cyberkinetics 2005 Elektroden ins Hirn eines querschnittsgelähmten Menschen; einen zwei Quadratmillimeter großer Chip im Motorkortex zur Kontrolle der Gliedmaßen. "Damit konnte er einen Mausanzeiger steuern und so E-Mails abrufen und seinen Fernseher bedienen" (Arzt). Implantierte Chips messen Hirnströme genauer als externe Messung von Gehirnströmen mit Elektroenzephalografie, sozusagen im/mediat. Das Platin-Implantat identifiziert die je aktiven Neuronen. Der Tastsinn ist in den Nervenbahnen eine Abfolge elektrischer Impulse (sogenannter *bursts*); vgl. Siegert ad v. Helmholtz / Dilthey: "Leben zählt (nicht)"

- "ähnlich wie Einsen und Nullen im Computer" (Klaus Peter Koch, Leiter der AG Neuroprothetik am IBMT); Kunst liegt nun im Entschlüsseln und Erzeugen entsprechender Algorithmen der Signalfolgen. Einzeln adressierbare Nervenfasern dienen als Kanal zum Hirn - der kanalorientierte Medienbegriff der Kommunikation; mit einer künstlichen Hand Klavier spielen? Conlon Nancarrow's *Studies for Player Piano*

- verschränkt Nachrichtenverarbeitung "in the animal" (Wiener) beide Weisen der Signalverarbeitung, wie sie aus technischen Kommunikationsmaschinen vertraut sind: einerseits entdecken McCulloch

und Pitts, daß Neuronen im Gehirn im wesentlichen dem Alles-oder-Nichts-Prinzip folgen, sich also in Begriffen der binären Aussagenlogik beschreiben und modellieren lassen; andererseits weist die Physiologie nicht nur darauf hin, daß es in den Regelmechanismen der Körper eine Reihe chemischer Steuerungen gibt, bei denen stetige Parameter wie Hormonkonzentrationen die Hauptrolle spielen, sondern "daß nicht alle elektrischen Vorgänge diskreten Charakter haben, sondern daß es sich vielfach um feldartige Ausbreitungsvorgänge handelt, durch welche die Erregungsschwellen der Neuronen herauf-oder herabgesetzt werden. Daher trat der formallogischen Interpretation von Hirnvorgängen die dezidiert alternative Auffassung entgegen, "der zufolge das Gehirn, das Nervensystem, nicht wie eine elektronische Ziffernrechenmaschine funktioniert, sondern wie ein Analogierechner" = Georg Klaus, Die philosophische Bedeutung der Anwendung der Kybernetik auf Biologie und Medizin, in: Art und Philosophie. Humanismus, Erkenntnis, Praxis. Verhandlungen auf dem Symposium über philosophische Fragen der Medizin anlässlich des 150jährigen Jubiläums der Humboldt-Universität und des 250jährigen Jubiläums der Charité, Berlin, 7.-9. November 1960, hg. v. F. Jung / G. Klaus / A. Mette / S. M. Rapoport, Berlin (Volk und Gesundheit) 1961, 113-122 (119)

- stellte Michel Foucault auf einer Medizinertagung die ebenso epistemologische wie signaldiagnostische Frage "Message ou bruit?"; dt. in: ders., Botschaften der Macht, Wien (Passagen); klingt Vertrautheit mit Begriffen durch, die sich Shannons mathematischer Theorie der Kommunikation verdanken; korrespondieren die zwei Daseinsweisen von Übertragung, die (grob vereinfacht) "analoge" und die "digitale", mit zwei Weisen ihrer Störanfälligkeit: "During transmission, or at the receiving terminal, the signal may be perturbed by noise or distortion. Noise and distortion may be differentiated on the basis that distortion is a fixed operation applied to the signal, while noise involves statistical and unpredictable perturbations. Distortion can, in principle, be corrected by applying the inverse operation, while a perturbation due to noise cannot always be removed, since the signal does not always undergo the same change during transmission" = Shannon 1949: 11; Irreversibilität der Entropie hier als Rauschen am Werk, das Michel Serres unter dem Titel *Der Parasit* als Kernelement von Kommunikation bezeichnet hat; damit aufgerufen, daß die Übertragungstechniken des 19. Jahrhunderts, vornehmlich die Telegraphie, über den Umweg der zeitgleich in der Physik entwickelten Thermodynamik, besonders den Entropiesatz, zum Informationsbegriff des 20. Jahrhunderts findet

Die Gelbe Gefahr

- nach Pearl Harbour 1941 Auftrag an Norbert Wiener, Skript *The Extrapolation, Interpolation and Smoothing of Stationary Time Series with Engineering Applications* ("Gelbe Gefahr"), 1. Fassung 1942 (publiziert 1949), dann den Radaringenieuren am MIT übergeben; Gegenstand: unstetige Funktionen,

stationalry time series; Äquidistanz: Abstände regelmäßig; Extrapolation: Zukunft voraussagen; Interpolation: Teilabschnitt fehlt, wird geglättet (smoothing); definiert Wiener "Information" als Zeitreihe; Suche nach gewissen Periodizitäten in statistischen Ensembles; elektrotechnische Erdung: ersetzt Heavisides "operational Calculus" Differenzierung durch einfache Algebraik, algebraische Zeichen, im Kontext der Verlegung von Transatlantikkabeln; Nachrichtenübertragung von Pulsen; Verschiebung von vornherein herausgerechnet; Prädiktionstheorie

- Zeitreihe ein Graphs einer oder mehrerer Zufallsvariablen; liegt ein physikalischer Prozeß zugrunde, der durch Messung in einen Vektorraum eingetragen werden kann. Ergodizität erlaubt Extrapolation und Bildung eines stochastischen Modells; sollen Operatoren invariant sein gegenüber Verschiebung in der Zeit, und unmittelbar abhängig je von Vergangenheit

- entwickelt Wiener Filter, die aus Verrauschung Signal herauslösen

ZEITKRITISCHE GESTEN: DER MENSCH ALS ENT-ÄUSSERUNG DER MASCHINENZEIT

Einführung

- deutet Ernst Kapps *Grundlinien einer Philosophie der Technik. Zur Entstehungsgeschichte der Cultur aus neuen Gesichtspunkten* von 1877 das damalige Telegraphennetz geradezu systemtheoretisch als Analogie zum menschlichen Nervensystems; strickt McLuhan das Theorem weiter: Wie Narcissus seinem eigenen Spiegelbild erliegt, so schlägt das Mensch-Technik-Verhältnis in ein Technik-Mensch-Verhältnis um, in welchem der Mensch zur Ausweitung des Mediums wird, zum *cybernetic organism*; radikalisiert Friedrich Kittler diese Einsicht mit seiner Analyse der vollständigen Eskalation technischer Medien gegenüber dem Menschen; wird Medientechnik zu einem Operationsraum nach eigener Logik

- spitzt sich strukturelle Mensch-Maschine-Kopplung auf der Zeitachse zu, als das eigentliche Ereignisfeld im Mensch-Technik-Verhältnis. Was noch subjektzentristisch "Mediennutzung" heißt, läßt den Menschen zum zeitkritischen Reflex der Kommunikationsmaschine werden. In dem Moment, wo der Mensch gestisch an eine Technik "gekoppelt" ist (Sprache der technischen Informationstheorie, Schaltkreise), unterliegt er deren Zeitgesetz; wird vielmehr buchstäblich *subiectum* des Medienvollzugs

- Computer-Action-Spiele; Zeitdiktat alltäglichen *online*-Computergebrauchs und mobiler Kommunikation

- Typoskript von Friedrich Kittler mit dem Titel "Flipper", o. d., Ende 1960er / Anfang 1970er Jahre, geschrieben auf elektrischer Schreibmaschine: "Wenn der Mensch nur dort ganz Mensch ist, wo er spielt, so wird auch er, wenn sein Mitspieler Automat ist, zum Unmensch. Die Erfindung des Flippers bedurfte der ausgebildeten Elektronik. Sie ist das Schnelle schlechthin, zu Lasten wie zu Gunsten des

Spielenden (zu Gunsten, sofern der Elektromagnet des Flippers nicht kraftvolle und schwächliche Knopfdrücke unterscheidet)" = Friedrich Kittler, Baggersee. Frühe Schriften aus dem Nachlass, hg. v. Tania Hron / Sandrina Khaled, Paderborn (Fink) 2015, 58 f.

- praktiziert aktuelle Mobilfunk-Kommunikation als eher schon "feste" denn nur "lose" Kopplung von Mensch und Apparat das, was in Form von Computerspielkonsolen vertraut ist: den freiwilligen Selbstanschluß des Subjekts an funkische Netze, jederzeit, instantan

- "Die Erfindung des Flippers bedurfte der ausgebildeten Elektronik. Sie ist das Schnelle schlechthin, zu Lasten wie zu Gunsten des Spielenden (zu Gunsten, sofern der Elektromagnet des Flippers nicht kraftvolle und schwächliche Knopfdrücke unterscheidet)" = Kittler, Baggersee 2015. "Bloss durch ein Reaktionstempo, das sich dem des Automaten sklavisch anschmiegt, erlangt der Spieler [...] die verzögerte Niederlage, die die Registrierkasse des Flippers dann als Sieg ausgibt. [...] Der Flipper erlaubt bloss noch Taktik statt Strategie" = Kittler a. a. O.

- von Fritz Heider 1926 nahegelegte Differenzierung zwischen "loser" (Medium) und "fester" (Form) Kopplung auch im Zeitbereich, zwischen willkürlichem (Mediendramaturgie) und unwillkürlichem Reflex (das "Zeitreal")

- resultiert freiwilliger Selbstanschluß an die *online*-Kommunikationsindustrie im Zeitbereich in einer "taktilen" Ent-Äußerung des Individuums an die zeitkritische Weise digitaler Präsenz - im Sinne nonlinearer Temporealität; Computerfigur des Interrupt wandert in den Alltag

- wird das Mensch-Maschine-System in diesem zeitkritischen Ereignisfeld zur "humanly extended machine" = J. C. R. Licklider, 1960; so benannte "Man-Computer-Symbiosis" eine Kopplung im taktilen Bereich. Anders als in der Strategie des Bühnendramas geht es hier um den taktischen Moment: meint Taktik im militärischen Feld, daß der Befehlshaber damit konfrontiert ist, "kritische Entscheidungen in kurzen Zeitintervallen treffen zu müssen"²⁷⁴

- zeitkritisches Medienereignis des Taktilen *par excellence* die Vibration, privilegiert dem auditiven Sinneskanal als Schallereignisse zugänglich. Vibration *ist* ein temporaler Index von Wirklichkeitserfahrung, *hat* aber auch selbst einen "historischen Index"; waren es neue Meßmedien und wissenschaftliche Theorien, welche die Aufmerksamkeit auf die Physikalität von "sound as vibration" lenkten²⁷⁵; geht es bei der Untersuchung von Reflexen nicht um eine diskursive „Konstruktion“

²⁷⁴ Joseph C. R. Licklider, »Man-Computer Symbiosis«, in: IRE Transactions on Human Factors in Electronics, HFE-1 (1960) (Reprint digital, Systems Research Center, Palo Alto 1990), 4/14 (Übers. nach Claus Pias, ComputerSpielWelten, München 2002, 93

- werden akustische Vibrationen von schierem mechanischen Druck zu einem wirklich hochtechnischen Medienereignis und damit der unmittelbaren körperlichen Wahrnehmung unzugänglich wie die Radiowellen; Übergang von einer mechanischen zu einer elektromagnetischen Welt und die damit zusammenspielenden Kommunikationsmedien; Telephon; im akustischen Feld der Zeitverzug gerade noch für Menschenohren wahrnehmbar

- meßtechnische Arbeitswissenschaft im Verbund mit Wilhelm Wundts psychotechnischen Tests und Ertastung zeitkritisch-taktile Sensibilität des Menschen

- bedarf es eines technischen Interface, um verschiedene Systeme signalübertragend miteinander zu koppeln; vermittelt nicht schlicht, sondern formatieren und definieren zugleich den *Zeit*kanal von Mensch-Maschine-Kommunikation als extrem verdichteter Szene für Gebärden, Gesten und Reflexe; entlocken sie dem menschlichen Nutzer durch die Vorgaben ihrer Zeitdefinition gerade seine unmenschlichsten Weisen, in der Zeit zu sein; Claus Pias, Die Pflichten des Spielers. Der User als Gestalt der Anschlüsse, in: Martin Warnke et al. (Hg.), HyperKult II, Bielefeld (transcript) 2005, 313-342

- operieren Kognitionsforschung, Neurobiologie und -informatik mit Präzedenzgraphen; damit Laufzeiten in der Mensch-Maschine-Kommunikation berechenbar; fungiert Mensch hier als Kanal, dessen Kanalkapazität im Sinne der Shannon-Heartley-Formel festgestellt werden kann; Nutzer wird zur *Zeitfunktion* technischer Medien

"Implementation", "instanciation"

- Differenz zwischen Verkörperung und Implementierung eines dramatischen, also zeitlich geordneten Signalvollzugs; für Warren McCulloch Neuronen "Verkörperungen" (*embodiment*) der Booleschen Algebra; dt.: Verkörperungen des Geistes, Wien / New York 2001. In der realen Welt implementiert, sind logische Schaltungen in der Zeit, konsumieren Schaltzeit

- für eine "experimentelle Epistemologie": "Epistemische Fragen [...] lassen sich, wenn man in den Begriffen der Kommunikation denkt, theoretisch mit Hilfe der kleinsten Signale beantworten, die in Rechenmaschinen Aussagen in Bewegung darstellen" = McCulloch 2001, 67

- "Die symbolische Welt, das ist die Welt der Maschine" = Lacan, Das Ich in der Theorie Freuds und in der Technik der Psychoanalyse, Seminar 2,

²⁷⁵ Shelley Trower 2012: 2. In dieser Form erforschte etwa John Tyndall den Schall: ders., Der Schall, 3. Aufl. Braunschweig (Vieweg) 1897

Weinheim / Berlin 2. Aufl. 1991, 64. Doch es macht einen zeitkrichen Unterschied, in *welcher* Maschine das Symbolische implementiert wird

- definiert Informatik die "Implementierung" eines menschengeschriebenen Quellcodes (Algorithmus) als Programm in der Maschine, und von "Instanziierung" eines als Programm geschriebenen Quelltextes in Form von Maschinensprache (Compiler oder Interpreter)

- übersetzt Anthony Enns in Kapitel 8 von *Chronopoetics* deutschsprachige Redewendung "Medien im Vollzug" mit "implementation"; meint dies die Durchführung: "In computer science, implementation names the realization of a technical specification or algorithm *as a program* (that is: software). For example, Word Wide Web browsers contain implementations of WWW Consortium recommended specifications, and software development tools contain implementations of programming languages" = <http://en.wikipedia.org>, entry "Implementation"

- "[A] programming language implementation is a system for executing programs written in <...> a (higher) programming language = wikiped entry "Programming Language Implementation"; "either by interpretation <...> or by compilation <...>. When a piece of computer hardware can interpret a programming language *directly* (in a transitive way), that language is called *machine code*."

- time-critical "instant"; in computer science, "instance" refers to any *running* process, specifically to an object as in an instance of a class = [en.wikipedia](http://en.wikipedia.org) ("Instantiation or instance")

Die Kopplung von Mensch und Maschine: Der *guslar* und die *gusle*

- macht es einen Unterschied, ob die Kopplung zwischen Mensch und Apparat eine kulturtechnische oder eine genuin medientechnische ist. Als Kulturtechniken stehen, hängen und fallen Geräte mit der Tätigkeit des Körpers, seinen Gesten und Gebärden ab, quasi als Prothese im Unterschied zum trivialen oder gar programmierbaren Apparat; klassisches Musikinstrument spielt nicht von sich aus, eine Schallplattenaufnahme davon indes sehr wohl, sofern der phonographische Apparat damit bestückt und zur akustischen Signalwandlung in Gang gesetzt

- werden in dem Moment, wo erlernte Worte und Notationen durch Stimme und Klangkörper heutiger Sänger laufen, sie selbst zum Automaten, zum Medium der Macht von Sprache und *mousiké*. Diese positionieren den Menschen heute, sofern dieses performierende Organ hinreichend auf den Empfang dieses Appells gestimmt ist gleich dem elektronischen Schwingkreis eines Radios

- instrumentale Funktion der Begleitung eines prosodischen Vortrags durch einsaitige Kniegeige (*gusle*) nicht die der musikalischen Unterhaltung, sondern der servomotorischen Rückkopplung, mithin: der prosodisch-poetische Reflex. Um blitzschnell die Entscheidung über Füllwörter treffen

zu können, die das Zeitmaß eines Verses erhalten, der in etwa die Dauer des psychologisch vertrauten "Gegenwartsfensters" von rund 3 Sekunden umfaßt, bedarf der Sänger einer Art Meßtons, der eine Extrapolation des notwendigen Zeitmaßes erlaubt

- prosodische Pro- und Retention von Edmund Husserl als Phänomenologie des "inneren Zeitbewußtseins" definiert; kehrt zurück in der Mathematik und als Computerereignis sogenannter *linear prediction.*, also der in Echtzeit angetippten unmittelbaren Zukunft aufgrund von Markov-Ketten; Zwischenarchiv unmittelbarer Erfahrungsvergangenheit

- kommt solchen minimalen, spontanen Korrekturen im Zeitbereich nicht der gewöhnliche Hörer mit seiner Fixierung auf den semantischen Inhalt von Worten und Melodie, sondern allein hochtechnisches Meßgerät und analytische Software zur Bewegungs- und Intonationsverfolgung auf die sub-hermeneutische Spur: *motion tracking* als "emotion tracking"

- G. Tzanetakis et al. 2007: 18: Fig. 6: "ESitar rhythmic onset detection using thumb pressure and fret detection data" (= "Griff"); Norbert Wiener über den Tremor, in: Kybernetik 1948

- schaut und erhört Medienarchäologie nicht in erster Linie das poetische Ereignis als Kunst, also kulturelle, ästhetische Form, sondern die operative Ebene des Vollzugs als Ermöglichung all dessen - das konkrete Zustandekommen, die techno-*poiesis*; rekurriert McLuhans Medienwissenschaft nicht die Analyse der kulturellen Figur (Gesang, Kultur), sondern des technischen Grunds (Perzeptionen, Nervenmassage)

- bilden die Darbietungen der Guslari einen Regelkreis aus Instrument und Körper; dient Gusle der kybernetischen Rückkopplung in der aktuellen Formation des epischen Gesangs; zentrales zeitkritisches Moment hier Synchronisation und Feedback in der Mensch-Maschine-Kopplung

Vibrating nerves, vibrating strings: Mico-tempor(e)alities

- was wirklich kommuniziert zwischen Gesang und Saite: "Könnten wir nun jede Saite eines Klaviers mit einer Nervenfasern so verbinden, daß die Nervenfasern erregt würde und empfände, so oft die Saite in Bewegung geriete: so würde in der Tat genau so, wie es im Ohr wirklich der Fall ist, jeder Klang, der das Instrument trifft, eine Reihe von Empfindungen erregen, genau entsprechend den pendelartigen Schwingungen, in welche die ursprüngliche Luftbewegung zu zerlegen wäre; und somit würde die Existenz jedes einzelnen Obertones genau ebenso wahrgenommen werden, wie es vom Ohr wirklich geschieht. Die Empfindungen verschiedenhoher Töne würden unter diesen Umständen verschiedenen Nervenfasern zufallen, und daher ganz getrennt und unabhängig voneinander zustande kommen."²⁷⁶

²⁷⁶ Helmholtz 1863/6.1913: 210

- "Aucune activité de la matière ne peut échapper au rythme" = d'Udine: B, 54-55, 60. "La lumière, la chaleur, le son et probablement l'électricité, se propagent sous la forme de vagues. <...> le mouvement continu est une impossibilité" = Bolton: 146 f.; beide zitiert in: Marcel Jousse, *Le Style oral rythmique et mnémotechnique chez les Verbo-moteurs*, in: *Archives de Philosophie* vol. II, Cahier IV: *Études de Psychoogie Linguistique*, Paris 1925, 10

- "La diffusion nerveuse est comparable à la propagation du courant électrique à travers un réseau de fils conducteurs" = ebd., 17; Heaviside; korrespondieren in dieser Dynamik die schwingende Saite, der artikulierte Gesang der Ependichter, einerseits, und die elektromagnetische Tonaufzeichnung andererseits; ist es diese Ebene sensorischer Reizung, die McLuhans als Allianz mit der Elektrizität entdeckt; Schwartz, *The Responsive Chord*; prägt David Hartley in seinen *Conjecturae quaedam de sensu, motu, et idearum generatione* (1747) den physiologischen Begriff eines "motus voluntarii" im Zusammenhang mit vibratorischen Bewegungen menschlicher Nerven als Sonderfalls der ansonsten unwillkürlichen Bewegungen mechanischer Saiten ("motus automaticis"); Siegart 2003: 216: Vorläufer von Leonard Eulers Begriff der "willkürlichen Funktionen" in der Mathematik

- "Attack" und "Decay" als Spielweisen des elektroakustischen Synthesizers; kennt Signalverarbeitung den Begriff der "Transienten"; im sonischen Feld meint dies: Anklang

- Moment der *incorporation*, der Verkörperung als Übergang zwischen musikalischer Intention (in Shannon's diagram: "source") und der biophysikalischen Implementierung im Moment der Kopplung an das Instrument; wird Spieler im Moment dieses Mensch-Maschine-Kontakts zugleich vom Instrument gespielt, d. h. mitdefiniert

"Post-digitale" Ent-Äußerungen

- eine mit Musiksoftware ausgestattete elektronische Gusle bzw. deren Steuerung durch eine MIDI-Schnittstelle; Computer wird zum aktiven Mitspieler; unterscheidet kulturtechnische (körpergebundene) von medientechnischen Ent-Äußerungen; Frage, inwiefern der Mensch selbst schon maschinenhaft wird, wenn er artikuliert spricht oder logisch denkt (die t/Turing-Maschine mit großem oder kleinem Anfangsbuchstaben geschrieben, als Eigenname eines argumentierenden Mathematikers oder mechanische Prozedur); tritt ein techno-logisches Drittes dazwischen, das operative Diagramm des verdinglichten Algorithmus

- Andrey Smirnovs Komposition *Polyrhythmoform #1* (Uraufführung "Für Rhythmicon und Computer") am 21. April 2016 im Rahmen des CTM Festival *Technosphärenklänge #2* im Haus der Kulturen der Welt in Berlin; "This time I will play the original Theremin's rhythmicon which I have just revived" (Smirnov, April 2016)

- koppelte eine medienarchäologische Wiederentdeckung, die von Leon Theremin 1932 Jahren im Auftrag des Komponisten Henry Cowell (für von Menschen nicht mehr spielbare rhythmische Impulsüberlagerungen) konstruierte, aber dort nie zum konzertanten Einsatz gekommene elektromechanische Rhythmusmaschine *Rhythmicon*, mit der algorithmischen Klangverarbeitung eines Computers; demgegenüber heute künstliches *humanizing* in Rhythmusmaschinen; interpretierte Joseph Schillingers "theory of rhythm" Tonhöhe als beschleunigten Rhythmus und entwickelte einen Algorithmus zur Komposition komplexer rhythmischer Muster; Karlheinz Stockhausen, "... wie die Zeit vergeht"

- basiert Rhythmicon auf optischer Klangsynthese: ein Verbund aus lichtreflektierenden Spiegeln und photoempfindlichen Zellen. Angesteuert durch die Tasten einer Klaviatur werden jeweils Lichtquellen aktiviert, welche durch Löcher in zwei rotierenden Scheiben entsprechende Tonimpulse als rhythmische Abstände auslösen; Tasten bilden harmonische Abstände im Rhythmus ab. Diese Lichtschranken fungieren gleich der Helmholtz-Sirene im optischen Bereich oder der Nipkow-Scheibe. Rheostaten als variabler Widerstand erlauben die Feinabstimmung der Scheibendrehung.

- entwickelt Smirnov (auf Basis von Pure Data?) ein graphisches Patch, welches den aus dem Rhythmicon kommenden Input "analysiert" (Smirnov) und bis hin zum *random*-Rhythmus modifiziert; versteht diese Ankopplung des Computers als "extension" der Klangmaschine und läßt dementsprechend die Aufführung bewußt mit dem reinen Motorengeräusch des scheidendrehenden Dynamos beginnen

- auf demgleichen CTM Festival die Komposition *Dreaming of Electric sheep again* von Gamut Inc zur Aufführung (Marion Wörle / Maciej Sledziecki); versteht sich Gamut Inc "als ein gemischtes Ensemble aus menschlichen Musikern und einer wachsenden Zahl von Musikautomaten. "gamut inc kombinieren Erkenntnisse aus medienarchäologischer Recherche zu vormodernen Musikinstrumenten mit den Möglichkeiten aktueller Technologie für die entwicklung neuartige hybridger Musikmaschinen. Ihre Instrumente, beispielsweise ein elektromagnetisches Monochord oder eine automatisierte Physharminika, bestehen aus akustischen Klangerzeugern, die mittels selektro-mechanischer Apparaturen zum Klingen angeregt und durch Computer angesteuert werden, so dass sie Kompositionen und Spielwiesen erlauben, die menschlichen Musikern nicht zugänglich sind. [...] Durch Computer generierte Notenfolgen und Steuerungssequenzen stehen im Wechselspiel mit den Fähigkeit der Musikmaschinen und er Live-Improvisatin der Musiker" = Pressemitteilung CTM Festival. MIDI-gesteuert aber ist diese Ansprache analoger, haptischer Apparaturen eine Verführung des nostalgischen Begehrens des Auditoriums nach post-digitaler Haptizität des Klangs, hinter der sich umso perfider die algorithmische Apparatur verbirgt; wird der Zuhörer endgültig außer Stande gesetzt noch seinen Ohren zu trauen: welche Art von Klängen sind genuine Erzeugnisse der mechanischen Apparatur, und welche manipuliert im Computer?

- Ballfangen als motorische Geste eine Emulation der funktionalen Erscheinung (Argument Stefan Höltgen); Anti-Aircraft-Prediction (Norbert Wiener); wenn als Steuerelement in reale Systeme eingebaut, wird Analogcomputer zu Simulation in Echtzeit. Heuristik als Verfahren mit reduzierten Parametern; Rekursion für "Zahlenraten" als Zerlegen eines Problems in seine kleineren Einheiten; Intervallschachtelung; zusätzlich Verzeitlichung: "while", "if" für techno-mathematische Rekursion

Musikautomat / Klavierspiel

- "Denis d'or nannte Procopius Divisz, ein Pastor zu Prendnitz in Mähren, ein von ihm 1730 erfundenes Tasteninstrument mit einem Bezug von 790 Saiten. "Dies Instrument gestattete 130 Veränderungen, worunter die Klänge fast aller bekannten Saiten- und Blasinstrumente vertreten waren, und selbst auch lose Scherze, wie z. B. der, dass den Spieler, so oft es dem Erfinder oder Besitzer beliebte, ein elektrischer Schlag überraschte."²⁷⁷ Ein entsprechender Kommentar kommt Nietzsches Klavierästhetik nahe, der an der Elektrizität den Stromschlag, nicht die Option von Medienmusik entdeckt: "Für eine geschichtliche Verankerung der Elektrizität in der Klangerzeugung ist das Denis d'or nicht geeignet, sieht man von den klanglichen Resultaten ab, die der durch den elektrischen Schlag erschreckte Spieler unfreiwillig zustande brachte."²⁷⁸

- "Die Hand des Klavierspielers, die Leitung dorthin und ein Bezirk des Gehirns bilden zusammen ein Organ (welches sich abschließen muß, um sich stark contrahiren zu können). Getrennte Theile des Körpers telegraphisch verbunden — d. h. Trieb." <NF = Nachgelassene Fragmente, KSA 10, S. 307

- macht es einen Unterschied, ob die Mensch-Maschine-Schnittstelle eine intuitiv-analoge oder eine diskret-digitale ist; Instrumente mit diskreter ("digitaler") Eingabe über eine Tastatur (Schreibmaschine) oder Klaviatur; erlaubten erst meßtechnische Medien wie der Zyklonograph die Erfassung des mikrotemporalen Vollzugs im Reflex zwischen Mensch und Instrument; Julia Kursell, "Moscow Eye", in: Ultrasound, hg. v. Margarete Vöhringer / xxx, xxx

- Während ein Klavierspieler sein Notenstück umsetzt, "denkt er nicht im geringsten an den wunderbaren Mechanismus, der sich <...> zu dieser Vollkommenheit herausgebildet hat. <...> Er liegt sozusagen verdeckt vor dem Spieler, und dieser hat nur seine Zeichen auf der Tastatur zu geben, um ihn zu wecken"²⁷⁹

²⁷⁷ Hermann Mendel, Musikalisches Conversations-Lexikon. Eine Encyclopädie der gesammten musikalischen Wissenschaften für Gebildete aller Stände, Bd. 3, Leipzig 1872/1873, 110

²⁷⁸ Peer Sitter, Das Denis d'or: Urahn der 'elektroakustischen' Musikinstrumente? <= pdf-Datei im Internet unter URL xxx; hier Seite 305>. Zu den Optionen einer genuin elektronischen Medienmusik siehe André Ruschkowski, Elektronische Klänge und musikalische Entdeckungen, Stuttgart (Reclam) 1998

²⁷⁹ Oscar Bie, Klavier, Orgel und Harmonium. Das Wesen der Tasteninstrumente, 2., fast unv. Aufl., Leipzig (Teubner) 1921, 35

- kinetische Energie, die im Anschlag, im "attack" der Taste implementiert wird, haltt "wider" oder "wieder"? Als Zeitsignal unterliegt dieser Transient einer Laufzeitdifferenz; die Rückkopplung in der menschlichen Wahrnehmung nicht immediat

- wird der Spieler vielmehr in seinem Gehör und in seiner "para-auditiven" (Papenburg) körperlich-sensorischen Kopplung an das Instrument zum Operationsverstärker des aus dem Instrument gehörten Klangereignisses: haben auch Klangkörper ihre Gesten und Reflexe, kleinste Reaktionen auf die Vibrationen auf der Zeitachse, immediate Rückkopplung (positiv-verstärkende oder negativ-korrigierende)

- "Noch besser ist es, die Informationen der Rolle durch ein technisches Verfahren zu digitalisieren und auf dem Computer verfügbar zu machen. <...> komplizierte Meßoperationen können automatisiert und schwer ablesbare Informationen anschaulich" - mithin diagrammatisch - "dargestellt werden."²⁸⁰

- "[D]amit kann das Kunstwerk für Welte-Mignon auch als eine Form der Klavierinterpretation verstanden werden, die sich vom Live-Spiel idealiter nur dadurch unterscheidet, daß sie ihre Einmaligkeit zugunsten der Wiederholbarkeit geopfert hat."²⁸¹

- "Anschließend wurde die Originalrolle für das Wiedergabeformat bearbeitet und die Dynamik-Information jedes einzelnen Tons in eine entsprechende Lochung der Steuerspuren übersetzt und auf die Produktions-Mutterrolle übertragen. Von dieser Matrix wurden dann die verkaufsfähigen Rollen kopiert" = Ludwig Peetz, Das Welte-Mignon-T100-Aufnahmeverfahren. Aktuelle Forschungsergebnisse zur Dynamikerfassung, in: Aus Freiburg in die Welt. 100 Jahre Welte Mignon, Ausstellungskatalog Augustinermuseum Freiburg im Breisgau, Redaktion: Gerhard Dangel, 2005, 92-105 (95)

- analog-zu-digital-Transformation; Infinitesimalkalkül: "Aus der Zeit-Funktion der Tastenposition kann durch die erste Ableitung nach der Zeit die Tastengeschwindigkeit bestimmt werden. <...> Dadurch kann die Dynamik jedes einzelnen Tones durch einen einzigen Parameter, nämlich der Momentangeschwindigkeit der Taste im Druckpunkt, charakterisiert werden <...> für die Umsetzung in perforierte Rollen für das Welte-Mignon-Wiedergabesystem <...>" <Peetz 2005: 102, note 11>

- kartesisches Gestell: kann eine Welte-Rolle als graphische Darstellung der Musik in einem Koordinatensystem verstanden werden; Zeitsignale auf einer längs zur Rolle verlaufenden Achse und die Art der Ereignisses

²⁸⁰ Hermann Gottschewski, Die Interpretation als Kunstwerk. Musikalische Zeitgestaltung und ihre Analyse am Beispiel von Welte-Mignon-Klavieraufnahmen aus dem Jahre 1905, Laaber (Laaber) 1996, 34

²⁸¹ Gottschewski 1996: 35

(Tonhöhe, Pedal etc.) auf einer senkrecht zu dieser stehenden Achse verzeichnet (Argument Eva-Maria Raffetseder) - ein Zeitdiagramm; kinetische Energie im Anschlag der Klaviertasten resoniert im Klang der Saiten

- Jan T. Claussen, *Interfacing Audio. Das Mensch-Maschine-Verhältnis in der digitalen Musikproduktion*, Magisterarbeit Univ. Lüneburg 2006

Während der Pianospiele "im Rausche der Musik sein Stück spielt, denkt er nicht im geringsten an den wunderbaren Mechanismus, der sich <...> zu dieser Vollkommenheit herausgebildet hat. <...> Er liegt sozusagen verdeckt vor dem Spieler, und dieser hat nur seine Zeichen auf der Tastatur zu geben, um ihn zu wecken" = Oscar Bie, *Klavier, Orgel und Harmonium. Das Wesen der Tasteninstrumente*, 2., fast unv. Aufl., Leipzig (Teubner) 1921, 35; eskaliert nun in der MIDI-Tastatur

- appellieren elektrotechnische und technomathematische Medien in der zeitkritischen Art, wie sie Signale zu prozessieren vermögen, an die Art und Weisen des unbewußt-Operativen unseres neurologischen Wahrnehmungsvollzugs

- läßt sich ausgerechnet in der digitalen Spielewelt, worin lange Zeit Joystick, Maus oder Tastatur die Schnittstelle zwischen Hardware und Benutzer darstellten, seit Einführung der Nintendo Workstation II Ende 2006 eine Tendenz zur körperlich ganzheitlichen Steuerung ablesen. In Sonys Move Bewegungssteuerung und Microsofts Kinect eskaliert diese Tendenz zur quasi-analogen Steuerung.

Aufzeichnung

- wird orale Dichtung nicht mehr schriftlich (Alphabet) oder als Musiknotation, sondern im elektromagnetischen Feld aufgezeichnet, ist dies nicht nur eine neue Form ihrer Speicherung zum Zweck der Überlieferung; eröffnet sich damit auch ein anderer Wissensraum: die Möglichkeit der elektronischen Messung dieser akustischen Signale; Meßmedien ihrerseits bedingt in Meßbarkeit der neuronalen Techniken, die im Hirn und der Sensomotorik der Rhapsoden *quasi* in Echtzeit ablaufen, wenn sie aus dem (präformulierten) Gedächtnis vortragen

- Bezug zwischen dem Ereignis der Echtzeit-Poesie (Guslari-Gesänge) und dem elektromagnetischen Aufzeichnungsgerät (Wire Recorder): nicht auf der üblichen tonalen Ebene der Klangaufzeichnung (eingesetzt von Albert Lord als Vorstufe der philologischen Transkription), sondern als Korrespondenz auf der signalverarbeitenden Ebene (Sinnesphysiologie einerseits, Elektroakustik andererseits); gegeben nicht nur ein kommunikatives Verhältnis zwischen Sänger und Instrument, sondern ebenso ein Bezug zwischen der schwingenden Saite der *gusle* und dem zu Forschungszwecken aufzeichnenden Drahttonrekorder - intramediale Ent-Äußerungen

Das "Tuning" des Grammophons und des TV-Bildes

- Einstimmung des gelingenden Bildes am Baird-TV-"Televisor": erforderte die unmittelbare händische Stabilisierung der Nipkow-Scheibenfrequenz

- Berliner's hand-driven early gramophone prototype compared with its advanced version driven by a clock-work or even an electric motor; Video Haedicke / MAF: Emile Berliners Ur-Grammophon in a) handgekurbelter und b) elektrisch betriebener Version; klangliches Gehör erheblich zeitsensitiver als optischer Sinn. "Bei der Wiedergabe musikalischer Töne macht sich jede Unregelmäßigkeit bei der Drehung der Walze, die ja durch Handbetrieb erfolgt, unangenehm bemerkbar" = Report in *Leipziger Illustrierte* from 1878, zitiert nach: Herbert Haffner, "His Master's Voice". Die Geschichte der Schallplatte, Berlin 2011, 20

Zeit-Sprünge

- Zeit, die "nie ruhen <...>, nicht still stehn kann und nicht in der emphatischen Zeit, sondern im zeitkritischen Bereich operiert, da sie als das "in jedem kleinsten Zeitmomente Wirkende ein Verschiedenes ist"²⁸²; formuliert Nietzsche an anderer Stelle die non-lineare Zeit, die eine Funktion der sakkadenhaften Lektüre typographischer Texte selbst ist: "Die Zeit ist gar kein continuum, sondern es gibt nur t o t a l v e r s c h i e d e n e Z e i t p u n k t e, keine Linie. <...> Also ist jede Wirkung actio in distans, d. h. durch Springen." = Nietzsche, NF, KSA 7, 578 f.

- Nietzsche im siebten Aphorismus von *Die fröhlichen Wissenschaft* (1882): „Bisher hat alles Das, was dem Dasein Farbe gegeben hat, noch keine Geschichte."²⁸³ Dies ist keine Vernachlässigung, sondern ein notwendiges Defizit: Es bedarf vielmehr einer Archäologie. Es hat einen technologischen Grund, warum das, was dem Dasein Farbe oder Klang verleiht (nämlich die elektromagnetischen Wellen), keine Geschichte hat: weil Schwingungen nicht erzählbar sind, nur zählbar; Kritik Heideggers an Frequenzanalyse der Farbe

- "Prämissen des Maschinen-Zeitalters. Die Presse, die Maschine, die Eisenbahn, der Telegraph sind Prämissen, deren tausendjährige Conklusion noch Niemand zu ziehen gewagt hat" = Nietzsche, WS, KSA 2, S. 674, hier zitiert nach: Windgätter, Medienwechsel, 324; Medienarchäologie "nach" Nietzsche zum Einen *gemäß* Nietzsche; meint "nach Nietzsche" auch jene Epoche elektromagnetischer, elektronischer und elektromathematischer Medien, an denen ein Mediendenken mit Nietzsche chronologisch (gest. 1900) und definitionsgemäß an seine Grenzen gerät

²⁸² Nietzsche, NF <= Nachgelassene Fragmente>, KSA 7, 575f, sowie NF, KSA 9, 549; dazu Windgätter 2006: 299f.

²⁸³ Siehe Martin Stingelin (1999): „Friedrich Nietzsches Psychophysiologie der Philosophie“. In: Sven Dierig und Henning Schmidgen (Hg.): Physiologie und physiologische Praktiken im 19. Jahrhundert, Berlin (Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte), Preprint 120, 33-43

Wie nicht Mediengeschichte schreiben (mit Nietzsche)

- Vergangenheit hier in Resonanzen aufgehoben: schwingende Saite, die als Monochord für die Augen und Ohren eines Pythagoras ebenso gleichursprünglich erklingt wie für die eines Marin Mersenne in der frühen Neuzeit (und für uns heute)

- Dramatik von Ereignissen, der die Sinnesphysiologie des 19. Jahrhunderts u. a. mit dem von dem Schweizer Uhrmacher Matthäus Hipp entwickelten Chronoskop zur Latenz- und Reflexzeitmessung auf die Spur zu kommen sucht - eine andere, subliminale Historiographie, oder besser: Archäographie; Hippsches Chronoskop ursprünglich für die exakte Bestimmung von Geschosßgeschwindigkeiten entwickelt; wartete gewissermaßen auf die Verwendung in psychologischen Experimenten

- Medienprozesse einerseits geprägt durch einen historischen Index; wurden sie unter bestimmten Bedingungen ins Werk und in die Welt gesetzt; insofern verlangen sie eine medienhistorische Genealogie im Sinne Nietzsches und Foucaults, die allein zu beschreiben vermag, wie die meisten uns vertrauten Massenmedien (die Bildröhre des Fernsehens etwa) als Meßmedien entstanden sind (nämlich als Oszilloskop); ist es die genealogische Bestimmung von Medientechniken "etwas zu werden, das man am Anfang nicht war"²⁸⁴; zugleich an Medien Prozesse am Werk, die sich gleichursprünglich immerzu ereignen - invariant gegenüber dem jeweiligen kulturhistorischen Kontext, insofern sie den Gesetzen von Physik und Mathematik verpflichtet sind. Medien also zugleich historisch und unhistorisch zu denken ist die Aufgabe, die Nietzsche der Medientheorie hinterläßt

Mediengenealogie?

- gäbe es keine Medien in einem substanziellen und dauerhaften Sinn, sondern bestenfalls Funktionen von "Transformationen, die aus bestimmten Sachverhalten oder Einrichtungen Medien machen"²⁸⁵, würde kein Radio je eine Sendung empfangen; gehört es zum medienarchäologischen Gesetz, daß der Test aller Medien die Sendung (und der Empfang) ist; müssen sie aus den Prototypen in Versuchslaboren zu gültig gewordenen wechseln; unterliegen Technologien permanenter Innovation; die andere Seite aber ist ihre zeitweilig stabilge technische Kanonisierung; bleibt die technologische Infrastruktur eines Mediensystems, einmal gefunden, über lange Zeiträume stabil, ansonsten nicht massenhaft wirksam

- *geben* technische Medien Daten, sobald sie messend, registrierend, prozessierend und übertragend am Werk sind

²⁸⁴ Martin Stingelin / Hubert Thüning, Sich selbst erschreiben. Wie Michel Foucault in seinen „dits et écrits“ ein anderer wurde, in: Basler Magazin Nr. 47 v. 26. November 1994, 6f (7)

²⁸⁵ Joseph Vogl, Medien-Werden. Galileis Fernrohr, in: Archiv für Mediengeschichte Bd. 1 (2001), 115-123, bes. S. 121

- bleibt die (E)Inscript im Materiellen der Apparate weitgehend ungesagt; nur an einer einzigen Stelle (in der *Archäologie des Wissens*) vergleicht Foucault Aussagentypen mit dem Arrangement von Schreibmaschinentastaturen; hat Nietzsche mit der Schreibkugel Marke Malling Hansen um 1880 erfahren und beschrieben, wie die typographische Maschinerie den Körper und seine Gedanken selbst neu zusammensetzt, mithin also die Schreibmaschine zum Co-Autor Nietzsche wurde

- "Es geht darum, aus der Historie ein Gegen-Gedächtnis zu machen und in ihr eine ganz andere Form der Zeit zu entfalten"²⁸⁶; bilden technische Medien dies längst; entfalten eine genuin medienarchäologische Zeit

- steht Genealogie "im Gegensatz zur Suche nach dem 'Ursprung'" = ebd., 83 f.; demgegenüber *arché*. "Genealogy is distinguished by a differing emphasis: it examines process while archaeology examines the 'moment', however temporally extended that moment might be" - mithin *epoché*. Genealogie eine prozessuale Perspektive, "in contrast to an archaeological approach which proved us with a snapshot, a slice through the discursive nexus" = Phil Bevis, Michèle Cohen and Gavin Kendall, "Archaeologizing genealogy: Michel Foucault and the economy of austerity", in: *Economy and Society* Vol. 18 No 3 August 1989, 323-345 (324)

- tritt eine vieldimensionale Matrix (zu deren Parametern auch die Zeitachse zählt) an die Stelle der bisherigen Historiographie

Menschen und Medien an den Grenzen zur Elektrophysiologie

- Nietzsche auf halber Strecke zu McLuhans Einsicht "The medium is the message" (formuliert als Kapitel seines Buches *Understanding Media* 1964): "Sie haben recht - unser Schreibwerkzeug arbeitet mit an unseren Gedanken."²⁸⁷ Friedrich Kittler, Nietzsche, der mechanisierte Philosoph, in: *kultuRRRevolution. Zeitschrift für angewandte Diskurstheorie* Nr. 9, 1985, 25-29; Martin Stingelin, Kugeläußerungen. Nietzsches Spiel auf der Schreibmaschine, in: Hans Ulrich Gumbrecht / K. Ludwig Pfeiffer (Hg.), *Materialität der Kommunikation*, Frankfurt/M. 1995, 326-341; Stephan Günzel (Hg.), *Nietzsche Schreibmaschinentexte*

- Schreibfeder und Schreibkugel Werkzeuge, die als Kulturtechniken noch der Epoche von phonetischem Alphabet und Buchdruck angehören; was dann die symbolische Maschine namens Computer ausmacht, jene auf zwei (also binäre) Tasten reduzierte Schreibmaschine, die Turing 1936 für die Berechnung alles Berechenbaren entwirft

²⁸⁶ Michel Foucault, *Nietzsche, die Genealogie, die Historie* (1971), in: Walter Seitter (Hg.), *Michel Foucault, Von der Subversion des Wissens*, München (Hanser) 1974, 104

²⁸⁷ Friedrich Nietzsche an Heinrich Köselitz, Ende Februar 1882, in: *Kritische Gesamtausgabe* (Berlin / New York 1975ff), hg. v. G. Colli / M. Montinari, Briefwechsel, Bd. III 1, 172

- spürt Nietzsche jenseits von Griechenland, daß die elektromagnetische Induktion und der Feldbegriff die altgriechische *epistémé* unterlaufen; kritischer Punkt für Medientheorie: Von welchem Moment an ist philologisches Vokabular *hinderlich*, die elektromathematische Voraussetzung der hochtechnischen Medien (suchend und er/findend) zu denken

- Nietzsches Kraftbegriff elektrolologisch rekonstruieren; ist da ständig von Strömen, Wellen zu lesen (Kommentar Christoph Windgätter, Juli 2007); bislang Blumenbergs nautische Metaphorik; vermag eine solche Nietzsche-Ektrologie bis zu dessen Rhetorik- bzw. Metaphernbegriff zurückzugehen: Reize, Erregungen, Übertragungen; Windgätter, Medienwechsel S. 253 Zitat + FN 2, 258 Zitat + FN 18; dort weiterdenken, wo Nietzsche vom „Automatismus“ spricht, der sich keineswegs im Mechanistischen erschöpft; am Ende Nachrichten- bzw. Signaltheorie

- der Dynamographen der Schwelle zur (historio)graphischen Zeitkritik; stellen neue Aufzeichnungsapparate die Frage nach dem Begriff des Historischen selbst neu, indem sie eine andere zeitliche Ökonomie in die Welt setzen; Unterschied zwischen disjunkt vermessender Skala und kymographischem Vektor: Annalistik (diskret) und Evolution (narrativ). "Während die Skala eine grafische Darstellung synonym zu 'Stufenleiter' ist, ist der Vektor eine mathematisch-physikalische Größe, die einen Betrag und eine Richtung hat und als Pfeil dargestellt wird."²⁸⁸ Diskret operiert am Ergographen nicht mehr die Werteausgabe, sondern der Mechanismus, der die Trommel zur Rotation bringt, um aufnahmebereit für graphische Einschreibungen variierender Werte zu sein; Trommel wird von einem Uhrwerk getrieben - also getaktet; wird das Diskrete hier metronomisch; behandelt Dynamometer Körper wie Maschinen und macht damit selbst die Erregung von Zuschauern im Theater meßbar; erst mit der Messung von Nervenreizungen im subliminalen Bereich (Hermann von Helmholtz) wird dieses Verfahren wirklich zeitkritisch

- findet Dynamometer in den Schriften des selbsternannten „Experimental-Philosophen“ mehrmals Erwähnung: Nietzsche 1888: KSA 13, S. 409 f., 499, 527; ders. 1888: KSB 8, S. 278; ders. 1889: KSA 6, S. 124. „Die Muskelkraft eines Mädchens w ä c h s t sobald nur ein Mann in seine Nähe kommt.“²⁸⁹; ermöglicht durch die von Féré formulierte „induction psychomotrice“⁹⁶ - ein Terminus der Elektrophysiologie²⁹⁰, der besagt, daß sich im interpersonalem Spannungsfeld Begehren und Bewegungen, Affekte und Aktionen rückkoppeln; Jossé, "verbo-motrice", über Poesie Homers; nennt Féré die Bewegungsnachahmung („reproduire le mouvement [...] inconsciemment“): daß bereits der Anblick einer Geste oder Mimik ausreicht, um deren Imitation zu provozieren" = Féré 1887, S. 13 f., 16: "[...] exécuter irrésistiblement des mouvements" - eine ästhetische Form der

²⁸⁸ Aeka Ishihara, Von der Skala der Natur zum evolutionären Vektor. Der Zwischenkriegerknochen und das Affen-Motiv in der Literatur der Goethezeit, in: Neue Beiträge zur Germanistik Bd. 3 (Heft 3) 2004, 144-158 (Anm. 1)

²⁸⁹ Nietzsche 1888: KSA 13, S. 526

²⁹⁰ Vgl. dazu Siegert 2003, S. 380 f.

Induktion. Reflexe auf Signalebene (subliminale Affektzeit); Gesten kodiert resp. semantisiert; Zeichen als symbolische Operatoren; in ihnen werden Performanzen operativ gefaßt (Argument Jan Claas van Treeck)

Konvergenz von Nervenzeit und Computerzeit

- was die Computer der gegenwärtigen Epoche von Automaten früherer Zeiten unterscheidet, "die Beziehung dieser Mechanismen zur Zeit" <Wiener 68>. Als signalverarbeitende Maschinen (etwa zur telephonischen Übertragung von Stimme, oder zur Rundfunkübertragung von Musik) "sind sie mit der äußeren Welt für den Empfang von Eindrücken und für die Verrichtung von Handlungen verbunden", entfalten also im Anschluß daran eine eigene Dramatik

- ersetzen Maschinen das Drama der Welt mit eigenen Mitteln, nach eigenem technologischem Recht, zeitkritisch (*dran*). "Sie lassen sich selbst sehr gut in physiologischen 'Ausdrücken beschreiben", weshalb Wiener "sie mit den Mechanismen der Physiologie in einer Theorie zusammengefaßt" interpretiert - namens Kybernetik <Wiener 1948/1968: 68>

- bei Nietzsche Ansätze zu seinem kybernetischen Begriff der Organsteuerung im Nervensystem (der von Norbert Wiener formulierte "Servo-Mechanismus", den McLuhan 1964 als zentralen Begriff hochtechnischer Mensch-Medienverhältnisse aufgreift); Innervation „wie der Kraftaufwand des Maschinisten etwas verschwindend Kleines ist. (Contact — Einfluß der motorischen Nerven.)“ <KSA 9, S. 452>

- sind Nietzsches Texte als Archiv oder Bibliothek nicht in einem rein historischen Zustand, sondern ebenso Zeitgenossen Wieners und McLuhans, wenn das Elektrische aufblitzt - Medienphilosophie, aber nicht von Seiten der Philosophen, sondern der Technik

- "le monde extérieur a été créé tout simplement pour nous être une occasion de penser" zitiert Nietzsche in diesem Zusammenhang den (von ihm so bezeichneten) "Geometer Ampère" <KSA 9, 217>; hat Ampère dezidiert eine *Théorie mathématique des phénomènes électromagnétiques* geschrieben; ist es Maxwell, der Nietzsche von Faraday trennt, wenn es um den Begriff von Wellen und Schwingungen im elektromagnetischen Feld geht

- sind unsichtbare und dennoch meßbare Kräfte in Sinneswahrnehmung am Werk; Heinrich Hertz hat sie zum Funk geführt; unter dem Titel *Resonanzen* im Herbst 2005 eine Ausstellung des ZKM über Körper im elektromagnetischen Feld in der Städtischen Galerie Karlsruhe; fungiert der menschliche Körper ebenso als Sender wie als Echo oder auch als Widerstand (Theremins "Ätherophon") elektromagnetischer Wellen; Charles Férés Vermessungen der "dynamometrischen" Reaktionen des Auges auf Farben; Verschiebung zur (elektro)dynamischen Episteme.

"Graphische Darstellung der dynamogenen Reaktion auf Farbe" = Abb. 45
in: Crary 2002: 140, aus: Charles Féré, *Sensation et mouvement*, 1997

- muß Hermann von Helmholtz von trägheitsbehafteten Meßmaschinen auf elektrische Anordnungen umschalten, um der Laufzeit von Nervenreizungen zeitkritisch Herr zu werden. Der von Étienne Jules Marey verbesserte Sphygmograph, ein Apparat zur Darstellung des arteriellen Pulses, sucht dessen Verlauf noch durch rein mechanische Übertragung auf ein Schreibwerk zeitlich getreu, also analog abzubilden; diese Anordnung an ein mechanisches Uhrwerk gekoppelt (Puls und Zeit als Zahl im Takt). Doch zur Messung subtiler Nerven- und Hirnströme bedurfte es eines Medienwechsels hin zum Saitengalvanometer, worin die Auslenkung eines stromdurchflossenen metallisierten Quarzfadens durch ein starkes Magnetfeld zur hochempfindlichen Strommessung verwendet wird. Was Ampère und Oerstedt zunächst nur feststellten, wird hier zum aktiven Medienarchäologen: von der Vermessung des Herzschlags zur Vermessung des menschlichen Signalflusses selbst, also der epistemologische Sprung von der Mechanik zur Elektronik; Elektrokardiograph schließlich arbeitet mit Röhrenverstärker

- emulieren nun Computer die menschlichen Sinne selbst: *aisthesis*, die entschiedene und ebenso *vermessen(d)e* Akzentverschiebung Nietzsches gegenüber der philosophischen Ästhetik; digitale Signalprozessierung, technomathematische Modellierung der Physik, granulare Synthese zum Zug

- ersetzt Sándor Ferenczi die psychoanalytische *talking cure*, noch orientiert an Sprache und Buchstabe, durch die Zahl; werden Leibniz' *pétits perceptions* apparativ als Unbewußtes: "Man kann nur dunkel ahnen, daß auch der einfachste Denkkakt auf einer Unzahl von unbewußten Rechenoperationen beruht, bei denen vermutlich alle Vereinfachungen der Arithmetik (Algebra, Differentialrechnung) zur Verwendung kommen, und daß das Denken in Sprachsymbolen nur eine höchste Vereinfachung ideser komplizierten Rechenstätigkeit bedeutet <...>, die aber auch von denen unbewußt geleistet wird, die nicht den geringsten Sinn für Mathematik und Logik haben."²⁹¹

- "Feld"-Begriff selbst markiert die Abgrenzung zu Altgriechenland; zeigt Nietzsche Sensibilität für die neue elektromagnetische *epistémé*, sucht sie aber zurückzuübersetzen ins altgriechische Vokabular (statt in Mathematik, wie James Clerk Maxwell)

- dionysisches Rausch nur begrenzt als Analogie zu jenem Begriff von *noise* lesbar, wie er in der medienbedingenden Nachrichtentheorie (Claude Shannon) auf der Grundlage jener Thermodynamik (Entropiebegriff) gilt, die zeitgleich zu Nietzsche entwickelt wurde (Boltzmann); lenkt das Dionysische als Metapher für Prozesse der Elektrik, der Nervenreizung und

²⁹¹ Sándor Ferenczi, *Das Problem der Unlustbejahung*. Fortschritte in der Erkenntnis des Wirklichkeitssinnes (1926), in: ders., *Schriften zur Psychoanalyse* Bd. II, hg. v. M. Balint, Frankfurt/M. 1982, 210. Dazu Thorsten Lorenz, *Die Psyche zählt statt erzählt*. Zur Entdeckung einer kinemato-graphischen Mathematik der Seele, in: Jochen Hörisch / Michael Wetzels (Hg.), *Armaturen der Sinne*, xxx-264

der Signalverarbeitung in seiner kulturhistorisch versöhnlichen Suggestivität eher ab denn daß es erhellt. Nietzsches Reflexion des Hämmerns der Schreibkugel gehört noch der Gutenberg-Epoche an und macht ihn zwar zum Denker des Maschinischen, doch noch nicht zum Medienphilosophen; die für hochtechnische Medien unabdingbare Methode, sie elektromathematisch zu durchdenken, bleibt an diesen Stellen versagt; das Elektrische bei Nietzsche Brücke zur hochtechnischen Medienkultur und Hindernis zugleich, janusköpfig vor- und zurückblickend

Schreibmaschinen: Nietzsche und das Zeitkritischwerden der Schrift

- berichtet Goethe, daß er "einigemal an den Pult rannte und mir nicht die Zeit nahm, einen quer liegenden Bogen zurecht zu rücken, sondern das Gedicht von Anfang bis zu Ende, ohne mich von der Stelle zu rühren, in der Diagonale herunterschrieb"; darf kein schreibtechnische Hindernis dazwischentreten: "In eben diesem Sinne griff ich weit lieber zu dem Bleistift, welcher williger die Züge hergab: denn es war mir einigemal begegnet, daß das Schnarren und Spritzen der Feder mich aus meinem nachwandlerischen Dichten aufweckte, mich zerstreute und ein kleines Produkt in der Geburt erstickte."²⁹² Lichtenberg schreibt es noch akuter: "Mein Gott, was wolte ich Ihnen nicht schreiben, wenn ich so geschwind schreiben könnte, als ich spreche"²⁹³ - Phonographie

- *linear prediction code* und dem *channel coding* der menschlichen Stimmübertragung in der Mobiltelefonie (mathematisch entwickelt von Norbert Wiener zur Flugabwehr im Zweiten Weltkrieg); kehrt unter zeitkritischem Aspekt die operative Schrift (gegenüber der Schreibmaschine) wieder ein

- erinnert *speech-to-text*-Software an Visionen von Lichtenberg bis Nietzsche, über Schreibgerät zu verfügen, das Gedanken so schnell aufzeichnet, wie sie gedacht werden; *via voice* von IBM; steht diese Option bereits im Wort SCHREIBMASCHINE selbst verkündet - „da in jeder Schreibmaschine buchstäblich ein bißchen IBM steckt“²⁹⁴

- Medien *stellen* den Menschen, rücken sich ihn zurecht, machen ihn zum *subiectum* ihres Dispositivs (wie die *Apparatus*-Theorie es für das Kino formuliert). "Ich selber als Ganzes komme mir so oft wie der Krikelkrakel vor, den eine unbekannte Macht über's Papier zieht, um eine *neue Feder* zu probiren" = Friedrich Nietzsche (über seine eigenen Werke) an Heinrich Köselitz, Ende August 1881, in: *Sämtliche Briefe. Kritische Studienausgabe* in 8 Bänden, hg. v. Giorgio Colli / Mazzino Montinari, München / Berlin / New York 1986, Bd. 6, Nr. 143, 121 f.

²⁹² Johann Wolfgang von Goethe, *Dichtung und Wahrheit*, in: *Goethes Werke*. Hamburger Ausgabe in 14 Bänden, hg. v. Erich Trunz, Bd. 10, 4. Aufl. München 1966, 80f

²⁹³ Georg Christoph Lichtenberg an Joel Paul Kaltenhofer, 17. August 1772

²⁹⁴ Zu einer entsprechenden Werbung seiner Agentur Michael Schirmer, in: Brock / Reck (Hg.), *Stilwandel*, 227

- Christoph Windgätter, Rauschen. Nietzsche und die Materialitäten der Schrift". In: Nietzsche-Studien. Internationales Jahrbuch für die Nietzsche-Forschung, Bd. 33., hg. v. Günter Abel, Josef Simon, Werner Stegmaier, Berlin / New York (de Gruyter) 2004, 1-36; ders., „Und dabei kann immer noch etwas verloren gehen! -“ Eine Typologie feder- und maschinenschriftlicher Störungen bei Nietzsche, in: "Schreibkugel ist ein Ding gleich mir: von Eisen". (Mechanisiertes) Schreiben von 1850 bis 1950", hg. v. Martin Stingelin, Paderborn (Fink) 2005

- ob der Satz nun von Nietzsche oder seinem Arzt stammt: zentraler Gedanke Turings, daß der Mensch beim Rechnen im Zustand einer Maschine, also Maschine ist, gilt bereits für die Mechanisierung der Schrift. In Maschinenschrift steht geschrieben: "SCHREIBKUGEL IST EIN DING GLEICH MIR"²⁹⁵

- "Schreibkugel ist ein Ding gleich mir: von Eisen". (Mechanisiertes) Schreiben von 1850 bis 1950, hg. v. Martin Stingelin, Paderborn (Fink) 2005

- Christof Windgätter, Medienwechsel. Vom Nutzen und Nachteil der Sprache für die Schrift, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2006 (= Berliner Programm einer Medienwissenschaft, Bd. 1)

- Schreibkugel nicht schlicht eine Diskretisierung der individuellen, mithin subjektiven Handschrift, wie es der Buchdruck für kollektives Wissen schon vollzogen hatte; ihre eigentliche Medienbotschaft, daß sie im Prinzip wie eine (unregelmäßige) Uhr arbeitet, nämlich beim Anschlag im Mechanismus des Transports taktet, und daher in einem innigen Verhältnis zum genealogischen Schwestermedium des Buchdrucks, der Räderuhr, steht. Farbbandmechanismus findet verborgen unter Kugel statt, für den Schrift-Steller nicht sichtbar; Typenstange trifft auf Amboß; wird erst beim Kontakt der Mechanismus zum Weitertransport des Bandes ausgelöst; entsteht dabei kein lautes Schlaggeräusch auf Walze, sondern ein leiser Takt erklingt wie in einem Uhrwerk

Fehlt die Zahl? Nietzsche an den Grenzen zur kalkulatorische Mathematik

- teilt kybernetische Ästhetik mit Nietzsche die Sensibilität für sensorische Prozesse, geht aber - in der Version Norbert Wieners - einen entscheidenden Schritt darüber hinaus, indem sie Physiologie streng mit Mathematik kombiniert; fehlte es auch ihm nicht an einem Gespür für mathematische Präzision²⁹⁶

- lassen sich mit dem Dynamometer ästhetische Empfindungen

²⁹⁵ Friedrich Nietzsche, aus seinem Konvolut mit Typoskripten, Goethe-Schiller-Archiv, Mappe Mp XVIII 3, 19 <GSA 71/234>

²⁹⁶ Siehe Christof Windgätter, „...mit mathematischer Schärfe“. Zu Funktion und Geschichte des Dynamometers, xxx

objektivieren, indem Dynamik nach Zeit in numerische Werte differenziert wird: „[D]as Aufwärts in dieser Scala bedeutet jedes Wachsen an Werth :/ das Abwärts in dieser Scala bedeutet Verminderung des Werths“²⁹⁷; daher Nietzsches Annahme, daß „eine wissenschaftliche Ordnung der Werthe einfach auf eine Zahl- und Maßscala der Kraft aufzubauen wäre“ = Nietzsche 1888: KSA 13, S. 282. „Aber alles, wofür nur das Wort ›Erkenntniß‹ Sinn hat, bezieht sich auf das Reich, wo gezählt, gewogen, gemessen werden kann, auf die Quantität“ = ders. 1886: KSA 12: 238 (Hinweis Christoph Windgätter); konstruierten Ebbinghaus / Jastrow einen Apparat, der unverblümt Ästhesiometer heißt

- bleibt mathematische Kybernetik nicht beim Ablesen und Tabellieren von Sinnesdatenflüssen als Zahlenwerten stehen, sondern verrechnet diese ihrerseits algorithmisch. "Wenn ein Physiologe, der mathematische Arbeitsweisen nicht kennt, mit einem Mathematiker zusammenarbeitet, der nichts von Physiologie versteht, kann der eine sein Problem nicht in Begriffe fassen, mit denen der andere arbeiten kann, und der zweite wird nicht in der Lage sein, die Antworten in eine Form zu bringen, die der erste verstehen kann"²⁹⁸; lebt Nietzsche schon in der Epoche elektrischer Telegraphie. Was ihm (im Unterschied zu Wiener) jedoch fehlt, ist eine Nachrichtentheorie zur Übertragung und Regelung solcher Signale im Menschen (und in der Maschine).

- vermag die mathematische Kybernetik als Beschreibung von Filtern gegenüber *noise* zu begreifen und technisch zu meistern, was bei Nietzsche dionysisches Rauschen bleibt. Mit mathematischer Variationsrechnung, für die schon Leonhard Euler steht, ist dann gar die Zukunft einer Zeitreihe vorhersagbar; statt der "ewigen Wiederkehr des Gleichen" (Nietzsche) eine Mathematik der harmonischen Analyse.

- liegt in dynamischen Partikelwolken statt geordneter symbolischer Gewißheiten der eigentliche epistemologische Skandal. Für Astronomie gilt die klassische Newtonsche, also reversible (Räderuhr-)Zeit: "Die Sphärenmusik ist ein Palindrom, und das Buch der Astronomie liest sich in gleicher Weise vorwärts wie rückwärts. <...> Wenn wir also die Planeten filmen würden, um ein wahrnehmbares Bild ihrer Bewegung zu zeigen, und den Film rückwärts ablaufen ließen, so ergäbe sich noch, übereinstimmend mit der Newtonschen / Mechanik, ein mögliches Bild der Planeten. Wenn wir dagegen die Turbulenz der Wolken in einem Gewitter filmen und den Film rückwärts ablaufen ließen, erschiene er gänzlich verkehrt. Wo wir Aufwinde erwarteten, würden die Abwinde sehen, die Turbulenz würde an Intensität abnehmen, das Blitzen ginge den Veränderungen der Wolke, die ihm gewöhnlich vorausgehen, voran" = Norbert Wiener, Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung in Lebewesen und Maschine, übers. v. E. H. Serr, Reinbek b. Hamburg (Rowohlt) 1968, 54 f.; würde damit auch der Donner ertönen, bevor es blitzt, aller akustischen Laufzeit zum Trotz

²⁹⁷ Nietzsche 1888: KSA 13, S. 283. „Unsre Werthschätzung bezieht sich auf Quantitäten, nicht auf Qualitäten“ = ders. 1872/73: KSA 7, S. 446.

²⁹⁸ Norbert Wiener, Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung in Lebewesen und Maschine, übers. v. E. H. Serr, Reinbek b. Hamburg (Rowohlt) 1968, 22

- ersetzt erst die tatsächliche Messung der Schwingungsfrequenz von Saiten seit dem 17. Jahrhundert die pythagoreische Zahlenmetaphysik; Hegel in seinen *Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie* <GW Bd. 18: 110>: "Zahlen, wie bei den Pythagoräern bemerkt werden wird, sind unpassende Medien, den Gedanken zu fassen" - es sei denn, Denken meint *computing*²⁹⁹

- daß es so etwas wie eine „mathematische Ästhetik“ gibt (Friedrich Kittler), wird schon auf der Ebene des Findbuchs im Heise-Archiv der Humboldt-Universität offenbar; sein Nachlaß im System numerischer Staffelung organisiert; taucht Pythagoras in der numerischen Logik des Heise-Archivinventars selbst auf: „3.2.2.1.1.2.4. Pythagoras“; beschreibt es Heise: liegt die von Pythagoras initiierte „neue Qualität“ des menschlichen Denkens in seiner „Entdeckung der Quantität“ als allgemeiner Kategorie; wird die Zahl zur *arché* vom allem, und den Pythagoreern „die Prinzipien des Mathematischen [...] die Prinzipien der Dinge alles Seienden.“³⁰⁰ Die Zahl ist „erkenntnisführend“, und so kommt es - um Heise dort forzuschreiben, wo seine Feder mit seinem Tod abbrach - zum medienarchäologischen Kurzschluß von Pythagoras und dem digital rechnenden Raum

- Computer dasjenige Medium, das tatsächlich aus der Behauptung des Pythagoras, alles sei Zahl, Praxis gemacht hat - insofern seine digitalen, streng binären Operationen alles, zumindest alles, was berechenbar ist, berechnen; Mathematik das Modell oder das genuine Abbild der Welt?

- Naturgesetzte, so Nietzsche, "müssen die Gesetze der Zahl an sich tragen, und die Zahl gerade ist das Erstaunlichste in den Dingen"³⁰¹. So gilt (seit Pythagoras bis hin zu Zeilingers Quanteninformatik) auch für Nietzsche, "daß die Gesetze der Zahl denen der Physik entsprechen, ohne daß ein gleichursprünglicher Nachweis zu erbringen wäre" = zitiert hier nach Stingelin 2000: 15; Natur der Zahlen aber eine andere, wenn sie die Reellen und gar Imaginären Zahlen einbezieht; ist es Leonhard Euler, welcher dem Geräusch und dem Knall zum Recht verhilft, als einem unharmonischen Ereignis

- "Man kann den Eindruck des Häßlichen mit dem Dynamometer messen. Wo er niedergedrückt wird, da wirkt irgend ein Häßliches"³⁰² - unmittelbarer Impulsdurchgang, durch Mensch und Medium; liest Nietzsche in Robert Julius Mayers Text *Ueber die Auslösung* (1874) von einer energetischen Weltsicht, "die mit Diskontinuitäten, Impulsen, Spannungen, aufgestauten Kräften und deren plötzlichen Entladungen zu tun hat" (Christoph Windgätter) - hart am Rande zur binärtechnischen Informationsverarbeitung

²⁹⁹ Siehe Wolfgang Coy, Das All und Alles ist die Zahl, in: Claus Pias (Hg.), Medien. Dreizehn Vorträge zur Medienkultur, Weimar (VDG) 1999, 241-261

³⁰⁰ Pythagoras-Vorlesung Wolfgang Heise, Typoskript Heise-Archiv, Paginierung P 2

³⁰¹ Zitiert hier nach Martin Stingelin, *Das Netzwerk von Gilles Deleuze. Immanenz im Internet und auf Video*, Berlin (Merve) 2000, 15

³⁰² Friedrich Nietzsche, KSA 13, 499. Dazu Martin Stingelin, Friedrich Nietzsches Psychophysiologie der Philosophie, in: MPI (Hg.), 33- (35, Anm. 6)

- erklärt Kopenhagener Deutung der Quantentheorie (Niels Bohr, Werner Heisenberg) die Emission von Licht durch ein Atom damit, daß im Atom etwas mit dergleichen Frequenz schwingt wie das ausgesandte Licht; "virtueller Oszillator" genannt³⁰³; fand Max Planck heraus, daß der Oszillator seine Energie nicht stetig ändert, sondern nur einzelne Energiequanten aufnimmt - so daß er "nur in bestimmten Zuständen, oder wie der Physiker sagt, in diskreten Energiestufen"³⁰⁴ existiert

- Metaphern bei Nietzsche nicht nur im Sinne sprachlicher Rhetorik, sondern ebenso im Sinne von Harold Innis' *Empire and Communications* (1950) gedacht: als technische Form der Übertragung, des Transfers, der Kommunikation. "Metaphorik ist sichtbar gemachte Medialität" = Rudolf Fietz, Medienphilosophie. Musik, Sprache und Schrift bei Friedrich Nietzsche, Würzburg (Königshausen & Neumann) 1992, 174, und Nietzsche denkt sie - im Diskurs seiner Zeit (Kapp 1877) - bis hin zu seinem Gebrauch der Telegraphie für die Analyse des Menschen sehr konkret: "Getrennte Theile des Körpers telegraphisch verbunden — d. h. Trieb" = Nachgelassene Fragmente, KSA 10, S. 307; damit eine notwendige, aber noch nicht hinreichende Bedingung für den Medienbegriff der Epoche nach Nietzsche erfüllt; die andere Seite ist die Mathematik

- Medienbegriffe differenzieren; rechnendes Medium erst der Computer; berechnete "Medien" induktiven Felder, Rundfunkfrequenzen; Maschinen zwar technischen, doch nicht hochtechnisch; stellen Symbolschriften schließlich (Zahlwerk, Alphabete) eher Kulturtechniken denn Medien im Sinne jenes Begriffs dar, der mit McLuhan diskursmächtig geworden ist

Zwischen Zeichen und Signal

- "Zwecke sind Zeichen: nichts mehr! Signale!"³⁰⁵; unterstreicht Bernhard Siegert in diesem Zusammenhang, wie Nietzsche in den 1870er Jahren erkenntnistheoretisch noch mit einer rhetorischen Semiotik operiert, während in den 1880er Jahren eine Ästhetik der momenthaften Aufmerksamkeit, der physiologischen Reaktionszeiten, mithin der Signale an diese Stelle tritt: "Die Philosophie ist im Zeitalter der elektrischen Telegraphie angekommen."³⁰⁶

- erspürt Nietzsche die Grenze von analogen, nervenreizvermessenden Medien zur digitalen, also mathematisierten Datenverarbeitung; läßt sich „die ganze Geschichte eines `Dings´, eines Organs“ als „eine fortgesetzte Zeichen-Kette von immer neuen Interpretationen und Zurechtmachungen“ schreiben, „deren Ursachen selbst unter sich nicht im Zusammenhange zu sein brauchen, vielmehr unter Umständen sich bloss zufällig hinter

³⁰³ Günther Rasche / Bartel L. van der Waerden, Werner Heisenberg und die moderne Physik, in: Werner Heisenberg, Physik und Philosophie, 3. Aufl. Stuttgart (Hirzel) 1978, V-XXXI (IX)

³⁰⁴ Die Geschichte der Quantentheorie, in: Heisenberg 1978: 12-26 (13)

³⁰⁵ Nietzsche xxx, hier zitiert nach: Siegert 2003: 378, Anm. 41

³⁰⁶ Bernhard Siegert, Passage des Digitalen, Berlin (Brinkmann & Bose) 2003, 378

einander folgen und ablösen“³⁰⁷; kann dieses Programm Nietzsches zur Genealogie als Funktion des elementaren Vokalalphabets (oder der Schreib-Maschine) begriffen werden

- lautet Nietzsches Definition von Historiographie "Versuch das Heraklitische Werden <...> in Zeichen abzukürzen"; Martin Stingelin, der Nietzsches Geschichtstheorie mit der von Hayden White koppelt: „Historie als `Versuch das Heraklitische Werden [...] in Zeichen abzukürzen´. Zeichen und Geschichte in Nietzsches Spätwerk“, in: Nietzsche-Studien 22 (1993), 28-41; A/D-Wandlung; kehren Zeichen in der symbolverarbeitenden Maschine wieder und sind inzwischen in der Lage, durch Digital Signal Processing die ästhetische Wahrnehmung selbst zu erreichen

- Platons Kritik an der phonetischen Schrift: Wer sich diesem Speichermedium anvertraut, vermag "sich von außen erinnern durch fremde Zeichen, nicht von ihnen heraus durch sich selbst" <Phaidros, § 275b>

- "Zwischen dem Urbild der Ideenwelt und dem Abbild der Sinneswelt gibt es <...> eine Welt der Medien, die notwendig ist, dass Menschen mit deren Hilfe überhaupt Abbilder hervorbringen können" = Frank Haase, Die Aristotelische Philosophie der Medien, München (Kopaed) 2006, 24

Dynamometrie, Ergographie: Zeitkritische Zuspitzungen

- entwickelt Mosso Ergographen aus Kritik an Dynamometer; medienarchäologische Zäsur der graphischen Methode: Wechsel von Tabellen und numerischen Daten zu kontinuierlicher Aufzeichnung; Kurvendiagramme (Ergogramme) als Selbstaufzeichnung; rücken temporale Phänomene ins Zentrum; Erdbebenaufzeichnung: was die Wahrnehmung nicht unter-, sondern überschreitet; Hervortreten des Objektes "klein t" in Bewegung, Beschleunigung - eben nicht emphatische Zeit im Sinne des "Historismus", sondern auf zeitkritischer Ebene; Chronologie versus Chronographie; Eskalation Chronophotographie: nicht mehr direkter physiologischer Kontakt; nicht Kinematograph und Phonograph in einem Zug nennen, sondern zwei verschiedene epistemische Register; Zeit nicht nur Parameter, sondern auch ein Operator; nicht nur klein t, sondern auch groß T

- verleiht die Abszisse eines Kurvendiagramms der Zeit ihre Abzählbarkeit; Verknüpfung von Probandenkörper und Apparatur, dann Vertaktung; Uhrwerk nicht nur als Messung, sondern als Antrieb des Kymographen; Eigenzeiten der Apparaturen; gleichzeitig Zeitnehmer und Zeitgeber

³⁰⁷ Friedrich Nietzsche, Zur Genealogie der Moral. Eine Streitschrift (1887). Zweite Abhandlung: „Schuld“, „schlechtes Gewissen“, Verwandtes 12, in: Sämtliche Werke. Kritische Studienausgabe in 15 Bänden, hg. v. Giorgio Colli / Mazzino Montinari, München / Berlin / New York 1980 Bd. 5, 313-316 (314); dazu Martin Stingelin, „Unser Schreibzeug arbeitet mit an unseren Gedanken“. Die poetologische Reflexion der Schreibwerkzeuge bei Georg Christoph Lichtenberg und Friedrich Nietzsche, in: Lichtenberg-Jahrbuch 1999, 81-98 (81f)

Weber, Fechner, Wundt: Die Grenze der algriechischen *epistemé* an den elektrotechnischer Medienmathematik

- findet unmittelbare Kommunikation zweier Signalsysteme (Mensch / Maschine) erst statt, seitdem Meßmedien nicht mehr mechanisch, sondern elektrisch, also so schnell wie Nervenreizungen selbst sind; wird der Mensch in Experimentalanordnungen wie Wundts Vermessung menschlicher Reaktionszeit bei akustischer Reizung in den späten 1890er Jahren von den Medien selbst *gestellt*; Wilhelm Wundt, Grundzüge der physiologischen Psychologie, 3 Bde., Leipzig (Engelmann) 1908-1911 (6. Ausgabe)

- richtet Wilhelm Wundt an der Universität Leipzig 1879 physiologisches Versuchslabor ein; korrelieren elektro-physiologischen Meßmedien (in Norbert Wiens kybernetischem Sinne von Signalverarbeitung "in the animal and the machine") *im selben Medium* mit jener Elektrizität, durch die Signale im Nervensystem übermittle werden (Forschungsgebiet von Emil du Bois-Reymond³⁰⁸); Erregungsgeschwindigkeit und Laufzeit von neuronalen Reizen mit einer der Elektrizität selbst entsprechenden Methode des "zeitmessenden Stroms" (Pouillet's Galvanometer, modifiziert durch von Helmholtz) visualisiert. "The history of electrophysiology has been decided by the history of recording instruments" <Adrian 1932: 2>

- schreibt Wundt in den 1860er Jahren im Zusammenhang mit seinen Zeitmeßanordnungen noch von der "Geschwindigkeit der Gedanken" und der "Willenszeit"; heißt dies in den 1890er Jahren mit dem von Sigmund Exner übernommenen Begriff "Reaktionszeit" = Dierig: 27; werden Psyche und Geist selbst zeitkritisch.

- entstammen Wundts technische Anordnungen zur Reaktionszeitmessung sämtlich der Nachrichten- und Regelungstechnik; Sven Dierig, Physiologie und Psychologie im Kontext: Labor, Stadt, Technik, in: Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte (Hg.), Preprint 120: Workshop Physiologische und psychologische Praktiken im 19. Jahrhundert. Ihre Beziehung zu Literatur, Kunst und Technik, 23-33 (25)

- greifen Hermann von Helmholtz ebenso wie Ernst Kapp zur Analogie von Nerven- und Telephondrähten; Mensch wird damit als signalverarbeitendes Wesen gestellt - die Vermutung der Kybernetik *avant la lettre*

- bringen Wundts hochpräzise kalibrierten Apparate ein anderes Menschenbild hervor, indem sie ihn reiz-, also signalkritisch vermessen - ein Begriff von Menschsein, mit dem Nietzsche bereits argumentiert; entbergen Wundts Vermessungen der Aufmerksamkeit des Menschen gegenüber elektrischer Funkengeschwindigkeit oder zur Lokalisierung von Geräuschen den Menschen mit medienarchäologischen Mitteln als Signaltier, als Computerspieler *avant la lettre*³⁰⁹

³⁰⁸ Emil du Bois-Reymond, Untersuchungen über tierische Elektrizität, Bd. 1 (1848), Bd. 2 1849-1860

³⁰⁹ Eine dementsprechende Genealogie des Computerspiels schreibt - hier ganz in Nietzsches Sinne - Claus Pias, Computer - Spiel - Welten, Wien (Sonderzahl) 2002

- erkennt Lessing die Überspielung des optisch Diskreten durch den Blick als zeitkritischen, neuronalen Prozeß: "Wie gelangen wir zu der deutlichen Vorstellung eines Dinges im Raume? Erst betrachten wir die Teile desselben einzeln, hierauf die Verbindung dieser Teile, und endlich das Ganze. Unsere Sinne verrichten diese verschiedene <sic> Operationen mit einer so erstaunlichen Schnelligkeit, daß sie uns nur eine einzige zu sein bedünken" = Lessing 1766 / 1987: Kapitel XVII, 123

- formuliert Schopenhauer die Desintegration der Wahrnehmung in ihrer zeitkritischen Zuspitzung und vergleicht die Natur der subjektiven Aufmerksamkeit mit einer "Laterna magica, in deren Fokus nur ein Bild zur Zeit erscheinen kann und jedes, auch wenn es das Edelste darstellt, doch bald verschwinden muß, um dem Heterogensten, ja Gemeinsten Platz zu machen"³¹⁰ - eine andere Form von Kinematographie; am Ende dann die Elektronenröhre zur wirklich trägheitslosen Vermessung von Nervenvorgängen

- macht Elektroenzephalogramm (EEG) die elektrischen Hirnströme sichtbar; ließen sich diese Ströme mit der Entwicklung des Röhrenverstärkers auf dem Kathodenstrahloszillographen derart darstellen, daß die Darstellung im gleichen Medium wie die Messung und das Gemessene geschieht: elektrisch; Aufzeichnung dieser Graphen zunächst photographisch - Ablösung von der Mitschrift durch *den* (und *das*) medientechnische Moment

- brechen das elektromagnetische Feld, die Induktion, ebenso wie die Analysis in der Mathematik brechen mit Griechenland; medienwissenschaftliche Chance, am Schnitt (und nicht schon mit seiner damit diskontinuiernten Vorgeschichte) anzusetzen; elliptische Abkürzung

- Heavisides Rekurs auf das Modell der schwingenden Saite bei der Berechnung von Induktionsspulen in Telegraphendrähten; "Musik" der Telegraphendrähte

- Fecher / Weber-Gesetz, über Zahlenverhältnisse in aisthetischer Empfindung eines Reizes; "Idee, das Differenzial der lebendigen Kraft zum Maß der geistigen Intensität zu machen, indem ich nicht mehr den absoluten, sondern den *verhältnißmäßigen* Zuwuchs in Betracht zog", resultierend in der logarithmischen Eingebung, "daß, wenn die lebenidige Kraft durch Summation ihrer absoluten Zuwüchse von einem bestimmten Anfangswerth entsteht, auch wohl die Seele die zugehören *verhältnißmäßigen* Zuwüchse summiren werde. <...> Es war den 22. Oct. früh im Bette, wo sich mir dieß gestaltete" = Fechner, Tagebuch für September, Oktober 1850

- veröffentlicht G. F. Lipps zwei Briefe von Wilhelm Weber an Fechner über das psychische Maß = 57. Bd. Berichte über die Verhandlungen der Königl.

³¹⁰ Arthur Schopenhauer, Die Welt als Wille und Vorstellung, II, 1, in: Werke in zehn Bänden, Zürich (Diogenes) 1977, 159f. Hier zitiert nach: Jonathan Crary, Aufmerksamkeit. Wahrnehmung und moderne Kultur, a. d. Amerikan. v. Heinz Jatho, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2002, 52

Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig, Math. Phys. Cl., Leipzig 1905, Sitzung v. 3. Juli 1905; macht Weber im ersten Brief <Göttingen, 12. Dez. 1850> einen Unterschied zwischen der Modellierung (psycho-)physischer Vorgänge durch mathematische Größen (die damit mathematischen Operationen zugänglich werden), und ihrer tatsächlichen Messung; dann im Geiste Fouriers ein Gedanke zu *petits perceptions*, subliminaler (nur noch medienarchäologisch zugänglicher, weil meßbarer) Wahrnehmung, und Modulation von HF durch NF-Signale: Das Zusammenwirken innerer und äußerer Kräfte "beruht, wie ich glaube, auf Superposition nach dem Prinzip der Koexistenz kleiner Bewegungen. Kleine von außen erregte Wellen, welche für sich unter der Schwelle des Bewußtseins bleiben würden, können, durch die aus dem Innern stammende Grundwelle getragen, über die Schwelle des Bewußtseins steigen und dann verschiedene Nummern der Empfindungsgrade und verschiedene Empfindungsraten hervorbringen"; folgt die mathematische Formulierung (also Formel) der Differentiation dieser Intensitätsgrade von Empfindungen; lobt Weber Eulers Idee einer Wellentheorie des Lichts als "scharfsinnig", doch nur als Meß(medien)operation wird diese (natur)wissenschaftlich, "wie sie von *Fresnel* reproduziert wurde und mit der Entdeckung der Interferenzerscheinungen zusammentrifft". Brief II (Göttingen, 15. Januar 1851) betont die Differenz zwischen gedachter theoretischer Gradation und "einer wirklichen Messung (wie gering auch die Präzision sei)".

Das medientechnisch (fest-)gestellte T(h)ier

- Theorie, die in technischen Medien gründet, eine spezielle Variante von Medientheorie; waren es Feinmechaniker, die Helmholtz' ton(an)gebende Apparatur konstruierten. Klang als Funktion von Schwingungen im Medium der Luft seit der Antike reflektiert; genaue Zahl der Schwingungen jedoch zu bestimmen, die hörbare Töne hervorbringt, bedurfte selbst eines technischen Meßmediums. In dem Moment, wo ein Artefakt in Kombination mit einem logischen Kalkül die natürlichen physikalischen Medien zu modellieren erlaubt, setzt ihr medienwissenschaftlicher Begriff ein. Helmholtz beschreibt die medienarchäologische Ebene in seiner *Lehre von den Tonempfindungen* ausdrücklich *als Grundlage für die Theorie der Musik* 1863: "Die mathematische Theorie und mannigfaltige Versuche mussten sich zu dem Ende gegenseitig zu Hilfe kommen"; menschliche Sinneskanäle werden nicht mehr - wie in der Zeit des mechanistischen Weltbilds - durch Apparate imitiert, welche den menschlichen Sinnesorganen selbst nachgebaut sind, sondern nach eigenen mathematischen und experimentalphysikalischen Methoden konstruiert; nennt von Helmholtz die "sogenannte Sirene" als Toninstrument, "welches durch seine Construction es möglich macht, die Zahl der Luftschwingungen, die den Ton hervorgebracht haben, direct zu bestimmen" <21> - eine Scheibe aus Blech, welche schnell rotiert werden kann, so daß durch die in gleichen Abständen eingestanzten Löcher gepreßte Luft je nach Umdrehungsgeschwindigkeit verschiedene Tonhöhen erzeugt; wird diese Sirene zum Medium, das Töne wirklich hervorbringt, erst im Vollzug; vermag eine digitale Animation zwar die Tonfrequenzen zu

simulieren, nicht aber den physikalischen Vorgang ihrer pneumatischen Erzeugung. *Physical Modeling* hebt nun den Computer auch über diese Schwelle und erobert sich den Kernbereich des Analogen.

- Experimente zur Synchronisation mit Pendel und Stimmgabel; Stimmgabelchronograph zu Meßzwecken und der Stimmgabelunterbrecher zur Tonerzeugung eine frühe Form des Oszillators, dann später als Röhrengenerator und in der Kippschaltung von Eccles-Jordan fortgeschrieben

- löst sich technische Stimmerzeugung vom Vorbild körperlicher Organe und erschafft eine apparative Welt nach eigenem Recht; anthropomorphe Metaphorik kippt damit um in einen technifizierten Begriff menschlicher Sinnesorgane. Nach Maßgabe der Fourierzerlegung definiert Helmholtz, daß im menschlichen Gehörgang jede Schwingungsbewegung der Luft, "welche einem musikalischen Klang entspricht", als die Summe von Einzelschwingungen (den Teiltönen) dargestellt werden kann <Helmholtz 1863/1913: 56>, identisch mit jener apparativen Anordnung, die unter dem Begriff Stimmgabel-Resonator als elektromagnetisch induzierte Schwingungen die Mischverhältnisse der Einzeltöne zum Klang nachzustellen vermag und die bisherigen Experimente mit den Kehlköpfen von Leichen ersetzt (von Frankenstein zum technischen Medium). Der Anteil von Partialtönen für Vokale war meßbar geworden, und damit die kleinste Einheit des altgriechischen Vokalalphabets nicht nur analytisch (als technische Zergliederung) unterlaufen, sondern zur Vokalsynthese, "dem experimentum crucis seiner Theorie"³¹¹, aktiv umgekehrbar. Entscheidend ist hier, daß die sinoidalen Stimmgabelschwingungen durch Resonatoren verstärkt, vor allem aber durch Elektromagneten erregt werden - eine Eskalation von epistemologischer Dimension, nämlich Anthropologie als Funktion von Medientechnik; rückt nicht allein Physiologie als Möglichkeitsbedingung für Ästhetik, sondern Elektrophysik als Möglichkeitsbedingung für Physiologie modellbildend in den Vordegrund

- geht Helmholtz einen Schritt weiter, indem er Georg Simon Ohms These übernimmt, daß das Ohr komplexe musikalische Klänge in ihre Grundschwingungen zerlegt; medientechnische Ebene des Zustandekommens von ästhetischen Ereignissen eine Frage der Physik; beschreibt Helmholtz die Arbeit des Ohrs als umgekehrten Stimmgabel-Resonator: Indem es mitschwingt, zerlegt es die Schwingungen eines Klangs und praktiziert Fourieranalyse in Echtzeit - eine operative Form der Analyse, die im Meßakt zugleich das Ereignis schafft, Bedingung technischer Mediensynthese

- beschreibt Ernst Kapp 1877 die "durchgängige Parallelisierung von Telegraphensystem und Nervensystem von Seiten der Wissenschaft" sowie den "Telegraph auf der Schwelle, wo der Mechanismus sich vom sinnlich Greifbaren mehr und mehr entfernend, je nach der Feinheit des

³¹¹ Gerold Ungeheuer, Elemente einer akustischen Theorie der Vokalartikulation, Berlin / Göttingen / Heidelberg (Springer) 1962, 7

verwendeten Stoffes zur durchsichtigen Form des Geistes wird"³¹² - womit er exakt die medienarchäologische Ebene der Transition von Elektromechanik und -physik zu Sinn(es)physiologie, dem Reich des Kulturellen, beschreibt; hat von Helmholtz die Nerven mit Telegraphendrähten verglichen: "Ein solcher Draht leitet immer nur dieselbe Art elektrischen Stromes, der bald stärker, bald schwächer oder auch entgegengesetzt gerichtet sein kann, aber sonst keine qualitativen Unterschiede zeigt" = Helmholtz 1863/1913: 245; wurde es als der Index des Realen empfunden, was sich da - im Unterschied zu bisherigen symbolischen Schrift- und Bildnotationen - "zeigt", oder zugespitzt formuliert: zeitigt, in seiner zeitkritischen Dimension

- "kann man, je nachdem man seine Enden mit verschiedenen Apparaten in Verbindung setzt, telegraphische Depeschen geben, Glocken läuten, Minen entzünden, Wasser zersetzen, Magnete bewegen, Eisen magnetisieren, Licht entwickeln usw. Ähnlich in den Nerven"³¹³; als Ursache von Nervenreizung nicht mehr (wie in der elektrogalvanistischen Frühphase der Physiologie um 1800) eine Lebensenergie unterstellt, die Johannes Müller noch bemühte, sondern in einem dramatischen, vom Stand derzeit aktueller Nachrichtenübertragungsmedien induzierten Paradigmenwechsel eine Epistemologie des Signals (mithin also der Information)³¹⁴; untersucht Medienarchäologie Medienereignisse dementsprechend auf der Ebene des Zustandekommens von Signalen, der aller Semantik vorgelagerten operativen Vollzugsebene; Kodierungen der technischen Medien finden nicht mehr auf semantischer, sondern auf materieller Ebene statt³¹⁵; praktiziert Medientechnik die Einschreibung der Dynamik selbst (kinematographisch, grammophon und rechentechnisch), diesseits symbolischer Historiographie

Asthetische Aufzeichnungsmedien (*recording*)

- *a priori* bei Kant: nicht aus der Erfahrung stammend, nicht durch sie gegeben oder irgendwie aus ihr ableitbar, sondern: unabhängig von Erfahrung, sie erst ermöglichend und bedingend"³¹⁶, also *Archiv* im generativen, nomothetischen Sinn. Hermann von Helmholtz: aus Sinnlichkeit (*aisthesis* oder „*Materie*, d. i. Empfindung“³¹⁷) und Verstand zusammengesetzter Erkenntnisapparat ist so angelegt, daß wir nicht anders können, als Dinge uns in Raum und Zeit vorzustellen = ebd.;

³¹² Ernst Kapp, Grundlinien einer Philosophie der Technik. Zur Entstehungsgeschichte der Cultur aus neuen Gesichtspunkten, Braunschweig (Westermann) 1877, Inhaltsverzeichnis (xi) zu Kapitel VIII "Der elektromagnetische Telegraph", 139-154

³¹³ Helmholtz ebd.

³¹⁴ Dazu Wolfgang Hagen, Gefühlte Dinge. Der Oralismus im Effekt des Elektrischen als die Entdeckung der Telefonie, in: Stefan Münker / Alexander Roesler, Telefonbuch. Beiträge zu einer Kulturgeschichte des Telefons, Frankfurt 2000; erweiterte Web-Fassung unter: <http://whagen.de/publications/GefuehlteDinge/GEFDING.HTM>

³¹⁵ Siehe Martin Donner, online unter: www.medienwissenschaft.hu-berlin.de/xxx

³¹⁶ Helmholtz, Die Tatsachen in der Wahrnehmung, hg. v. Schneider, Leipzig / Berlin (Teubner) 1927, Anhang III: Zur Terminologie, 31

³¹⁷ Kant, zitiert nach: Eliane Escoubas, Zur Archäologie des Bildes. Ästhetisches Urteil und Einbildungskraft bei Kant, in: Volker Bohn (Hg.), Bildlichkeit. Internationale Beiträge zur Poetik, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1990, 502- (528)

Begriff des Erkenntnisapparats nimmt den "seelischen Apparat" im achten Kapitel von Sigmund Freuds *Traumdeutung* vorweg, der darin unter technisch präzisiertem Rekurs auf das Mikroskop und ein spezifisches Verfahren der Photographie (die auf Negativen, also Latenzzeit beruhenden Talbotypie) jene Funktionen des Seelenlebens als eine technische Konstellation beschreibt, auf welche dann die französische *Apparatus*-Medientheorie zurückgreifen wird³¹⁸; beschreiben Freuds Studien über Hysterie zerebrale Leitungsbahnen als "viel verzweigte elektrische Anlage"

- meint das Virtuelle seit den 1960er Jahren *per definitionem* alles, was "nur als elektronische Darstellung existiert und keine andere konkrete Existenz besitzt", zugleich aber die Eigenschaften der physischen Welt zu emulieren vermag³¹⁹

- keine bloße Analogiebildung, sondern ein im Sinne der Kybernetik beschreibbarer, bio- bzw. psychotechnischer Zusammenhang; hat Hugo Münsterberg seine Filmtheorie *The Photoplay* (1916) gerade vor dem Hintergrund seiner Ausbildung in den psychophysiologischen Laboratorien entwickelt; beruht *aisthesis* auf Impulsen und Signalen, nicht immer schon auf semiotisierten Zeichen

- deutet Nietzsche die attische Tragödie als "Lichtbilderscheinung"; Hintergrund die Aufhebung der Opposition von photographischem Stillstand und Bewegung durch die zeitgenössische Chronophotographie; Friedrich Kittler, *Optische Medien*, 2002

- Bild in Nietzsches *Geburt der Tragödie* ist eine implizite Referenz auf Platons *Höhlengleichnis*: "Sehen wir aber einmal von dem auf die Oberfläche kommenden und sichtbar werdenden Charakter des Helden ab - der im Grunde nichts mehr ist als das auf eine dunkle Wand geworfene Lichtbild d. h. Erscheinung durch und durch - dringen wir vielmehr in den Mythos ein, der in diesen hellen Spiegelungen sich projiziert, so erleben wir plötzlich ein Phänomen, das ein umgekehrtes Verhältnis zu einem bekannten optischen hat. Wenn wir bei einem kräftigen Versuch, die Sonne in's Auge zu fassen, uns geblendet abwenden, so haben wir dunkle farbige Flecken gleichsam als Heilmittel vor den Augen: umgekehrt sind jene Lichtbilderscheinungen des sophokleischen Helden, kurz das Apollinische der Maske, notwendige Erzeugungen eines Blicks in's Innere und Schreckliche der Natur, gleichsam leuchtende Flecken zur Heilung des von grauischer Nacht versehrten Blickes" = Nietzsche 1923: 65

Medientheater mit Nietzsche

³¹⁸ Jean-Louis Baudry, *Das Dispositiv: Metapsychologische Betrachtungen des Realitätseindrucks*, in: *Psyche. Zeitschrift für Psychoanalyse und ihre Anwendungen*, 48. Jg., Heft 11 (1975 <??>), 1047-1074; Auszug in: Engell et al. (1999): 381-396 (382ff)

³¹⁹ Jaron Lanier, *Vater der "Virtual Reality"*, 1989, 108ff, zitiert nach: Jörg Lingnau, *Die Oberfläche der Dinge oder Wie wird aus Medien und Kunst Medienkunst?*, in: Knut Hickethier / Irmela Schneider (Hg.), *Fernsehtheorien*, Berlin (Sigma) 1992, 222-227 (222)

- Nietzsches Schreibkugel Fabrikat Malling Hansen mit seinem Transportmechanismus für das Farbband ein Gegenstück zum Dynamometer, was Nietzsche zum Thema Tastenanschlag selbst reflektiert hat; Nietzsche weiß um diese Meßmaschine als "kaltblütigste Widerlegung" der antiken Dramentheorie (Aristoteles) - der medienarchäologische Blick, analog zu dem der Kamera (wie von Ernst Jünger formuliert)

- bleibt der Blick des Beobachters erster Ordnung an den Sachen haften; macht die Beobachtung zweiter Ordnung dieselbe selbst zum Thema. Medientheorie fokussiert die buchstäbliche *Theoretizität* von Beobachtungsformen und deren Medialität; altgriechisches *theatron* im engeren Sinne der Zuschauerraum; verkehrte Vorzeichen: Medienthater mit Technologien als Protagonisten

- auf halbem Weg zum kybernetischen Regelkreis; äußert sich Nietzsche an mehreren Stellen schriftlich zum Dynamometer. Hat er damit theoretisch oder praktisch experimentiert? „[I]ch mag von allen Dingen und allen Fragen, welche das Experiment nicht zulassen, Nichts mehr hören.“³²⁰

- Ergograph noch nicht zeitkritisch, insofern seine Kurven ganz vertraut noch im wahrnehmbaren Bereich sich zeichnen. Und Buchstabenschrift zumal lebt davon, zumeist unzeitkritisch zu sein (wenn nicht Morsecodes im Kriegsfall). Anders sieht dies aus, wenn Buchstaben als Frequenzen erscheinen und dieser Klang selbst berechenbar wird; so unterscheidet sich denn die Frequenz von der graphischen Methode des Dynamographen

Die Verschränkung von Zeit und Zahl im Medium (Kymographie, Nervenmusik)

- machen Kurvenschreiber jene flüchtigen Prozesse sichtbar und zum langsamen Analysieren speicherbar, die mit der Trägheit des bloßen Auges (der Bedingung des kinematographischen Effekts) kaum wahrnehmbar waren: Artikulationen des Lebens als eine Funktion nicht nur der makrohistorischen, sondern eben auch der subliminalen Zeit. Jede Ergographie ist deshalb eine Chronographie; schreibt Marey von seinen Apparaten als „microscope[s] du temps“³²¹

- Nietzsche hat eine "kritische Historie" gefordert: die kritische Reflexion makrozeitlicher Prozesse; diesen Begriff vom Kopf auf die Füße stellen: rückt diese Forderung durch Meßmedien in den zeitkritischen Bereich; graphische Methode generiert auch die Idee von Lebens- als Schwingungsprozessen, vertraut aus der musikalischen Akustik seit Mersenne und Sauveur; die *Geburt der Tragödie aus dem Geist der Musik* ins Zeitkritische der Sinneswahrnehmung verlegt. Marey hat seine „méthode“ ausdrücklich am Vorbild musikalischer Notationen in

³²⁰ In der Fröhlichen Wissenschaft, KSA 3, S. 416

³²¹ Marey 1878, S. XII

Verbindung mit kartesischer Geometrie entwickelt; schlugen diese Meßschreiber mit dem Phonographen in das Wunder der Speicherung menschlicher Stimmakustik selbst um; an der Schwelle zur Phonographie: "Für Nietzsche waren nicht das Wort, sondern der Ton, die Tonstärke, die Modulation und das Tempo, also die Musik hinter den Worten, das kommunikativ Wesentliche"³²²; Amplituden der Nadelschrift eher denn musikalische Semantik; keine Edison-Walze mit Nietzsches Stimme überliefert; Léon Scotts "Phonautograph" seit 1859. Als Nietzsche stirbt, wird Elektrizität selbst zum Ton (das Dynamophone von Thaddeus Cahill, um 1900); Peripathie von der Geburt der Tragödie aus dem Geist der Musik zur genuinen Medienmusik aus der Praxis der Elektroakustik; das philologische Paradigma verlassen zugunsten eines Studiums der Elektrotechnik - dazwischen Nietzsche

- begrüßt Nietzsche seine Leser in einem telephonischen Appell: "Ihr wißt, was ich gab und wie ich gab; was ich konnte und wie viel mehr ich wollte — nämlich ein elektrisches Band über ein Jahrhundert hin zu spannen, aus einem Sterbezimmer heraus bis in die Geburtskammer neuer Freiheiten des Geistes" <KSA 8, S. 480>. Damit beschreibt sich Nietzsche bereits als elektrische Schrift, mithin als Magnetton, *avant la lettre* in jedem Sinne, alle Philologie und ihr Medium (das phonetische Alphabet) nicht nur phonographisch, sondern im elektromagnetischen *Feld* unterlaufend; 1900 Weltausstellung Paris: Poulsens Telephonograph

- 1888 veröffentlicht Maschinenbauer Oberlin Smith in *The Electrical World* seinen Aufsatz "Über einige mögliche Formen des Phonographen" als Fortschreibung von Edisons mechanischem Schallaufzeichnungsverfahren: "Ein Elektromagnet soll einen magnetisierbaren Tonträger, z. B. einen Seidenfaden mit eingewebten Stahldrahtstücken, im Rhythmus der von einer Membrane aufgefangene und in elektrische Ströme umgewandelte Schallwellen magnetisieren. Bei der Wiedergabe sollen dann umgekehrt die magnetischen Impulse elektrische Ströme erzeugen und diese wiederum eine Lautsprechermembrane in Schwingungen versetzen"³²³; wird in diesem präzisen Kurzschluß zwischen Vergangenheit und Gegenwart aus der historischen Distanz ein induktives Verhältnis

Die ganze Differenz: die Elektronenröhre

- Kurven am Kymo- und Ergographen noch eine Form von Schrift; oszillographische Signalverläufe das Andere - Funktionen von elektromagnetischer Induktion. Nietzsche gehört noch ins 19. Jahrhundert, dem Jahrhundert des Kraft-Begriffs; das Dynamometer als psychophysiologisches Meßinstrument ist seinerseits dem Dampfdruckindikator von Watt und Souther (um 1800) entlehnt.³²⁴ Elektronik aber weist ins

³²² Harro Zimmermann (Rez.), Partitur des vielstimmigen Lebensorchesters, über: Reinhart Meyer-Kalkus, Stimme und Sprechkünste im 20. Jahrhundert, Berlin (Akademie) 2001, in: Zeitliteratur (Sonderbeilage von Die Zeit) Nr. 25, 57. Jg., Juni 2002, 18

³²³ Zitiert nach: Friedrich Naumann, Vom Akakus zum Internet. Die Geschichte der Informatik, Darmstadt (Primus) 2001, 127

³²⁴ Siehe Conrad Matschoss, Die Entwicklung der Dampfmaschine, 2. Bd., Berlin (Springer) 1908, 681

Reich der wohldefinierten Medien, die Steuerbarkeit des freien Elektronenstroms, manifest in der Vakuum-Elektronenröhre

- Edgar Douglas Adrian, dessen Werk *The Mechanism of Nervous Action: Electrical Studies of the Neurone*³²⁵ - die Fortsetzung einer Forschungsfrage seines Lehrers Keith Lucas buchstäblich mit anderen Mitteln, nämlich mit elektrotechnischen Meßmedien, bildet³²⁶; erforscht Elektrophysiologie die Übertragung von Information im Nervensystem durch elektrische Signale (nicht Zeichen), also die endogene Produktion von audio-visuellen Sinnesdaten; schreibt Lucas "of the great possibilities which might lie in the use of the thermionic valve for amplifying nerve action currents"³²⁷ für die Untersuchung der Physiologie von Impulsübertragung in Nervenleitungen; die analytische Seite der Elektronenröhre nicht als Interface ("Bildröhre"), als die Möglichkeitsbedingung elektronischer Medien (die im Chassis des Apparats "verborgene" Seite, der technische "Grund" im Unterschied zur audiovisuellen "Figur"

- kommt physiologisches Wissen als visuelles zustande mit dem Oszillograph: "The history of electrophysiology has been decided by the history of electric recording instruments" <2>, vom Kymographen bis hin zum Elektrokardiogramm

- "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" <9>

- vermochten erst elektrische Meßgeräte jene kleinsten Zeitmomente zu fassen, die an Nervenreizmessungen oder zur Bestimmung der Akustik unabdingbar sind

- hält Edgar Adrian im Dezember 1932 seine Nobelpreisvorlesung (*The Activity of the Nerve Fibres*³²⁸) untermalt von Grammophonaufnahmen; widmet er sich dem zeitkritischen Aspekt der Signalübertragung im Nervensystem - ein von den Meßmedien selbst generiertes Wissensobjekt; die Frage nach elektrischen Prozessen "can be answered because of a recent improvement in electrical technique"; schließt sich der epistemologischer Verbund von Objekt und Subjekt des Wissens zum geschlossenen Schaltkreis, wie ihn Nietzsche ahnte: "Die Hand des Klavierspielers, die Leitung dorthin und ein Bezirk des Gehirns bilden zusammen ein Organ (welches sich abschließen muß, um sich stark contrahieren zu können)" <KSA 10, S. 307>

³²⁵ London (Milford) 1932, wiederaufgelegt 1959

³²⁶ Keith Lucas, *The Conduction of the Nervous Impulse*, rezensiert von E. D. Adrian (1917)

³²⁷ 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

³²⁸ Nobel Lectures, *Physiology or Medicine 1922-1941*, Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 1965; <http://nobelprize.org/medicine/laureates/1932/adrian-lecture.html>

- hat Nietzsche "bei allem Pathos für seine *Physiologie der Übertragungen* auch deren technischen Begriff zumindest angedeutet" = Windgätter 2006: 358; Nietzsche nicht nur der erste "mechanisierte" Philosoph = Friedrich Kittler, Nietzsche, der mechanisierte Philosoph, in: kultuRRrevolution. zeitschrift für angewandte diskurstheorie Nr. 9, 1985, 25-29, sondern auch auf dem Weg, der erste elektrifizierte Philosoph zu sein; im Konjunktiv schreibt Nietzsche an seinen Freund Overbeck (14. November 1881): »- ich hätte in Paris bei der Elektrizitäts-Ausstellung sein sollen [...].« = KSB 6, S. 140, zitiert in: Windgätter, Medienwechsel: 282 f. (FN 86); harte Grenze aber verläuft zwischen Elektrizität und Elektronik

- Adrian über neuronale Signale: "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. Adrian setzt mit elektronischen Medien ein Werk fort, das von Helmholtz als "Methoden kleinste Zeittheile zu messen und ihre Anwendung für physiologische Zwecke" 1851 formuliert hatte. Wenige Jahre nach Nietzsches Tod wird die von de Forreset und von Lieben entwickelte Elektronenröhre zum Protagonisten (1906). Was sie entdeckt, ist Musik im Nervensystem.³²⁹ Die Anspannung eines Muskels, heißt es bereits bei Marey, erzeugt Geräusche („certain bruit“), hervorgerufen durch sein Zittern („32 à 35 vibrations par seconde“); Marey über „la tonalité des muscles“, die er mit einem „myographe plus sensible“ aufgezeichnet habe = Marey 1868, S. 213 f.; heißt Sonifikation als Form akustischen Wissens vor diesem Hintergrund, temporale Phänomene durch ein ebenfalls temporales Medium aufzuzeichnen = Gedanke in Windgätter 2008: Fußnote 37

- "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. <...> In all the sense organs which give a prolonged discharge under constant stimulation the message in the nerve fibre is composed of a rhythmic series of impulses of varying frequency."³³⁰

- schreibt Heinrich Barkhausen ausdrücklich vom "Tanz der Elektronen" in der Vakuumröhre; setzt Loïe Fuller wenige Jahre nach Nietzsches Tod die Leuchtkraft des Radiums 1904 in ihren Tanz mit Schmetterlingsflügeln aus fluoreszierenden Substanzen als *Radium Dance* um³³¹

³²⁹ Siehe *Chadarevian 1993: S. 47.*

³³⁰ Edgar Adrian, Nobel Lecture, December 12, 1932: *The Activity of the Nerve Fibres*, in: Nobel Lectures, Physiology or Medicine 1922-1941, Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 1965; <http://nobelprize.org/medicine/laureates/1932/adrian-lecture.html>

³³¹ Dazu Gabriele Brandstetter / Brygida Maria Ochaim, Loïe Fuller. Tanz - Licht-Spiel - Art Nouveau, Freiburg (Rombach) 1989, 51f

- Kinetik (Franz Reuleaux hat sie Ende des 19. Jahrhundert systematisch und theoretisch formuliert) bedeutet Maschinentheater. Während kinematographische Medien Bewegung noch zerhacken, also schlicht diskret analysieren, sind erst elektronische Medien empfänglich für die wirklich zeitsensible Registrierung; ein privilegiertes Verhältnis, geradezu ein buchstäblich elektrischer Kurzschluß zwischen den elektronischen Medien und dem menschlichen Nervensystem; "massieren" (McLuhan) zeitkritische (also elektronische) Medien Menschen gerade in ihrem Zeitsinn

- beschreibt J. C. R. Licklider um 1960 den Menschen als ein lärmendes und langsames "narrow-band device"³³², dessen Nervensystem aber mehrere Prozesse parallel zu prozessieren in der Lage ist. Inzwischen hat der Hochleistungsrechner den Menschen auch in dieser Hinsicht eingeholt - im Grunde schon mit der Elektronenröhre, als die elektische Geschwindigkeit in den Rechner rückt; übertrifft die Schnelligkeit der Signalverarbeitung in Computern die Sinnesverarbeitung von Menschen selbst und vermag sie perfekt zu emulieren - gleichursprünglich im zeitkritischen Bereich namens Echtzeit; neue Form von Mensch-Maschine-Symbiose, diesmal in der Zeitphase

... mit Nietzsche

- Phänomenologie und / oder *lógos*, gleich Faraday angesichts des elektischen und magnetischen Feldes: "Wir können nur intellektuelle Vorgänge begreifen: also an der Materie das, was sichtbar hörbar fühlbar wird — werden kann! d. h. wir begreifen unsere Veränderungen im Sehen, Hören, Fühlen, welche dabei entstehen." Mit Mathematik haben auch Dinge Existenz, "Wofür wir keine Sinne haben". "Elektricität - z. B. unser Sinn sehr schwach entwickelt" = KSA 9, S. 470; noch weniger ein "Zeitsinn", den die zeitgenössische Physiologie hypothetisch unterstellt, ersatzweise als zeitkritisches Gehör

- "Das Wesentliche verläuft uns unbewußt, und der Schelm ist sich unbewußt hundertmal mehr und häufiger Schelm als bewußt. Elektrizitäts-Erscheinungen, kalte Ströme, Funken sind möglich dabei" = KSA 10, 16 f.

- Radio Nietzsche (Kurzwellen, Nachrichten aus der Ionosphäre): "Ununterbrochene Bewegung unsres Trieblebens durch die Außenwelt (Natur): ganz abgesehen noch von dem ununterbrochenen Auf- und Einnehmen elektrischer atmosphärischer Wirkungen" <KSA 10, 342>

- versagt die für Philologie, also buchstäbliche Texte entwickelte Hermeneutik: "Occasionally we come across an early technology that resists out attempts to understand it"³³³; gibt es mit der Epoche technischer

³³² J. C. R. Licklider, Man-Computer Symbiosis, in: xxx, 6

³³³ John Trenouth, Foreword, zu: Donald F. McLean, Restoring Baird's Image, London (The Institution of Electrical Engineers) 2000, xii

Medien Formen nonsemantischer Kommunikation: "Wir hören wohl das Hämmern des Telegraphen aber verstehen es nicht" = KSA 8, 392; vollziehen die *dots* und *dashes* des sogenannten (wenngleich nicht vom Namensgeber so erfundenen) Morse-Codes eine zeitkritische Form technischer Prosodie, nur daß hier Längen und Kürzen nicht mehr phonetisch, sondern als reine Signale kodiert

Operative Diagrammatik

- transitive Diagrammatik als Verschränkung von materieller Bewegung und symbolischer Notation (*diagrammatic reasoning*, mit Peirce) definiert Techno/logie; Prinzip des Lectron-Systems

- spezifisch medienwissenschaftliche Blickverschiebung der Frage nach dem Diagrammatischen fokussiert die Phänomene von Diagrammatik im Vollzug; "akustische Diagrammatik"; Datenklang strukturell identisch mit der Verlaufsform; Thomas Hermann, Sonifikation hochdimensionaler Daten. Funktionaler Klang zum Erkenntnisgewinn, in: Georg Spehr (Hg.), Funktionale Klänge, Bielefeld (transcript) 2009, 69

- lassen sich Kittlers Schriften nicht neu schreiben, aber seine Schaltungen nachvollziehen; asymmetrisches Verhältnis von Historizität und Logik in Medientechnik

- entfaltet sich das Diagramm zwischen Mathematik und Zeit antike "Medien"begriff ließ kaum technologische Anwendung zu; nicht in logische Maschinen implementiert; Denken eher verbildlicht (Rico Hartmann); wurden aus entdecktem Verhältnis von Kathode und Hypothense im Dreieck keine Sinuskurven gebildet, keine Schwingungen; gab es noch keine geometrische Verzeitlichung; eher Geometrie denn schematisches Diagramm; Nikolaus von Oresme bringt im 14. Jh. mit graphischer Darstellung von Geschwindigkeit und Beschleunigung fester Körper Zeitverlauf in die Geometrie; Mathematik entdeckt eine Variable abhängig von einer anderen: $y = f(x)$; diese geometrischen Zeitbilder noch nicht in logische Maschinen implementiert; diagrammatisches Denken noch nicht operativ

- Maxwells Begründung der Elektrodynamik; Nachvollzug / -weis von Faradays Kraftlinien mit mathematischen Gleichungen; Wahrheit nicht in den mechanischen Abbildern als "Repräsentanten der magnetischen Kraft, [den] punktierte[n] Linien, Erscheinungen, Curven", sondern in unanschaulichen, mathematischen Symbolen = Faraday, Michael (2004): Experimental-Untersuchungen über Elektrizität in drei Bänden, Bd. 3 (= Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften Bd. 294, Reprint Harri Deutsch), 298- 301 (Ueber magnetische Kraftlinien), 298- 301; James Clerk Maxwell; On Physical Lines of Force, 1861; Heinrich Hertz, Untersuchungen über die Ausbreitung der elektrischen Kraft, Leipzig (Barth) 1892, 23: "Die Maxwell'sche Theorie ist das System der Maxwellschen Gleichungen"; *Replikation* einiger Experimente von Heinrich Hertz zur Ausbreitung der

elektrischen Kraft (ungleich Simulation / Emulation) = Diplomarbeit Roland Wittje 1995

- aktuellen Blick auf ein antikes Diagramm auf Papyrus trennt nicht eine historische Distanz von zwei Jahrtausenden; vielmehr extrem gestauchte Wissenszeit im gleichursprünglichen Nachvollzug; medienwissenschaftlich verdichtet (und eskalierend als technische Implementierung) im *re-enactment* von elektrotechnischem Schaltplan oder algebraischer Argumentation für logische Maschinen; Algorithmus zwischen symbolischer Maschine und Diagramm

- Feynman-Diagramme: "in der Teilchen- und Festkörperphysik standardmäßig verwendete bildliche Darstellungen quantenfeldtheoretischer Wechselwirkungen, die 1949 von Richard Feynman am Beispiel der Quantenelektrodynamik entwickelt wurden.[1] Die Diagramme sind streng in mathematische Ausdrücke übersetzbar" = <https://de.wikipedia.org/wiki/Feynman-Diagramm>, Abruf 18. Januar 2018

- Durchlauf eines *diagrammatic reasoning*; Shannons *Mind reading machine* (mit Gedächtnis des Verhaltens) = inkorporierte Diagrammatik; Maschine erkennt menschliche Lesemuster

- Ferritkernspeicher: in Matrix-Form gespeicherte Signale gehen in Laufzeit über; Shintaro Miyazaki: Algorhythmik vs. Diagrammatik – wenn [Speicher]-Fläche in Zeit übergeht

- graphische Notation für Web-Muster diagrammatisch generativ; Reduktion der Bildsemantik auf syntaktische Funktionen, Verschränkung von Partitur und Maschine (Birgit Schneider). Gewebten = gerasterten Bildern ist eine zeitliche Struktur (ihre sukzessive Bildung) eingeschrieben, die aber vom Bild vergessen wird

- Web-Bücher in der Nähe zur musikalischen Notation (Birgit Schneider); Notation als Spezialform von Diagramm; Nähe zu Symbolsprachen (Goodman); "form into existence" (Peirce)

- mathematische Operation mit Hilfe von Schrift im erweiterten Sinn - wie sie zunächst nur im Menschen prozessiert und in Sand oder auf Papyrus realisiert werden konnte, und seit Neuestem in Maschinen selbst stattfinden. Und zwar in logischen Maschinen, im Sinne der Neudefinition in der Semiotik von Charles Sanders Peirce: für ihn war alles Schließen, also die Syllogistik, diagrammatisch³³⁴. "Ihn interessierten Diagramme hinsichtlich ihrer Potenz, als Medien des Denkens zu fungieren" <ebd.>. Hierbei geht es nicht um die ikonische Abbildung von Denkgegenständen, sondern vielmehr - ganz im Sinne der "Sigmatik" von Georg Klaus - um eine abstrakte Ähnlichkeit - das, was Wittgenstein als "logische Bilder" bezeichnete (und damit die semantische Befangenheit im Bildbegriff noch einmal dokumentiert). Daß diese Relation aber nicht rein kognitiv ist,

³³⁴ Charles Sanders Peirce, *Lectures on Pragmatism - Vorlesungen über Pragmatismus*, hg. v. Elisabeth Walther, Hamburg 1973

sondern die Materialität der Welt immer denknötwendig miteinschließt, ist jene Ergänzung von Seiten Georg Klaus', die eine Kopplung mit genuin medienwissenschaftlichen Deutungen dieser Diagrammatik ermöglichen; Martin Carlé, xxx, in: xxx Georg Klaus zum 90., xxx, xxx-xxx

- oszilliert "Papiermaschine" (Alan Turing) zwischen symbolischer Notation und physikalischer Implementierung, zwischen Ein-, Zwei-, Drei- und Mehrdimensionalität, zwischen Punkt, Fläche und (Riemann-)Verräumlichung. Operativ aber werden sie erst in der Zeit; hat Charles Babbage mit seiner "Mechanical Notation" eine Analytische Maschine auf Papier in Bewegung gesetzt

Experimentelle Diagrammatik

- experimentelle Diagrammatik der Verkabelung: Vorgehensweise von Biologen, wenn sie mit einem defekten Radio konfrontiert werden = Gedankenexperiment Zellforscher Y. Lazebnik 2002, Beitrag Fachzeitschrift *Cancer Cell*: zunächst verschiedene Radios zerlegen, vergleichen und kategorisieren; "dann auf gut Glück Bestandteile des Radios entfernen, um zu sehen, ob es weiterhin Musik spielt, und schließlich gewissenhaft alle Komponenten des Radios und deren Interaktionen katalogisieren"; Verständnis der Funktionsweise eines Radios dadurch eher verschleiert als gefördert = Sibylle Anderl, "Space Invaders entzaubern die Hirnforschung"; <http://www.faz.net/aktuell/wissen/was-kann-big-data-14672419.html>; Frankfurter Allgemeine Wissen 19. Januar 2017; Abruf: 23. Januar 2017

Für eine diagrammatische Medientheorie

- das operative Diagramm als Brücke zwischen Kulturtechniken und techniknaher Medientheorie. "Das Diagrammatische ist ein operatives Medium" (Sybille Krämer). Allerdings schreibt Krämer von "Kulturtechniken des Diagrammatologischen"³³⁵ - der Unterschied zum wirklichen Medien(technik)werden des Diagramms. Techno-logische Medien entfalten sich im Feld operativer Diagrammatik, d. h. von algebraischen Formeln als techno-mathematischen Un-Dingen (gleich Software) bis hin zu konkret gelöteten Schaltungen.

- Frederik Stjernfelt, *Diagrammatology. An Investigation on the Borderlines of Phenomenology, Ontology, and Semiotics*, Dordrecht (Springer) 2007

³³⁵ Sybille Krämer, *Operative Bildlichkeit. Von der "Grammatologie" zu einer "Diagrammatologie"?* Reflexionen über erkennendes "Sehen", in: Martina Hessler / Dieter Mersch (Hg.), *Logik des Bildlichen. Zur Kritik der ikonischen Vernunft*, Bielefeld (transcript) 2009, 94-122 (106)

Die Input/Output-Relationen in sogenannten "Black Boxes" aus diagrammatischer Sicht

- Blackbox als Zeitobjekt: das Intervall; was in der unwahrnehmbaren Zwischenzeit geschieht ("time of non-reality", Norbert Wiener), der eigentlich signaltechnischen Zeit. Wie geht das Blackbox-Modell mit unstetigen Signalen um, worin Zeitabschnitte nicht bekannt sind? einfachste Darstellung eines Prozesses ist die Black Box als Sinnbild für "Eingang-Verarbeitung-Ausgang" (EVA-Prinzip) = <http://de.wikipedia.org/wiki/Prozessvisualisierung>; Zugriff 16. Februar 2009

- Eintrag "Black-box-Methode" in Klaus (Hg.), Wörterbuch d. Kybernetik, Bd. I, Ffm/HH 1971, 107-112; daran anschließend, S. 112: Eintrag "Block", definiert als "Darstellungselement in Signalflußplänen (Blockschaltplan), wobei die einzelnen Übertragungsglieder einer Steuerung oder Regelung durch Quadrate, Rechtecke usw. symbolisiert werden" - eine Form von *black box* als Diagramm; Einsatz der Kybernetik: die "beiden Kulturen" (Snow) von Geistes- und Naturwissenschaften konvergieren in (operativen) Diagrammen

Sich diagrammatisch orientieren (symbolische Maschinen)

- im *computing* je nach Befehl mehrere Maschinenzyklen vonnöten; der erste heißt Befehlslesezyklus (*instruction op code fetch*); *Zeitdiagramm* zeigt einen gesamten Befehlszyklus

- Alexander Schnell, Das Problem der Zeit bei Husserl. Eine Untersuchung über die husserlschen Zeitdiagramme, in: Husserl Studies 18 (2002), 89-122

- diagramme comme machine (*Schaltplan*) / le diagramme entre machine ("circuit diagram") et calcul

- Sprung zur analytischen Geometrie (verkörpert im kartesischen Achsensystem) bis hin zur vollständigen Mathematisierung der Bewegung; Archiv der Bewegungsformeln, mithin: der Differentialrechnung anlegen, ansatzweise vollzogen durch die Brüder Weber, als sie die Mechanik des menschlichen Gangs kinetisch zu berechnen suchten und mit der Analyse die Grundlage für künstliche Bewegungssynthese (im Umkehrschluß) schufen; beigefügt chronometrische und mathematisierte, weil Schrittlänge und Schrittdauern diagrammatisch überlagernde Darstellungen = Eduard Weber und Wilhelm Weber, Die Mechanik der menschlichen Handwerkzeuge [*1836], in: Wilhelm Weber's Werke, hg. v. d. Kgl. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, Bd. 6, Berlin (Springer) 1894; stellt sich bei ihrer Durchsicht ein geradezu proto-kinematographischer, buchstäblich kinästhetischer Effekt ein, den keine verbale Beschreibung (*ekphrasis*) zu erreichen vermag

"Papiermaschinen" (Babbage, Turing)

- Wesen der Maschine nichts nur Technisches, *we(i)st* darüber hinaus: ihr Zeitvollzug.

- operative Diagrammatik: sucht medienanalytischer Blick der symbolischen Maschine (ob nun Mathematik, Schaltplan oder reale materielle Anordnung) das (Zeit-) "Wesen der Maschine" (Reuleaux Bd. I) zu entlocken, indem sie als Maschine in Vollzug gesetzt wird; deutet Hilberts formale Mathematik jene *Mechanisierbarkeit* bestimmter Klassen mathematischer Operationen an, die Turing dann realisiert

- ist es der *daimon*, der einer reinen Maschinenzzeichnung bzw. einem Schaltplan ermangelt: "Die Beschreibung einer Maschine mithilfe von Zeichnungen kann diese jeweils nur in einem einzigen Zustand ihrer Abläufe darstellen" <Babbage 1826: 205>³³⁶; von daher seine Entwicklung einer algebraischen statt geometrischen "Nothierungsmethode" = Franz Reuleaux 1875: 205; erlaubt die Darstellung eines über das Abbild "daimonisch" (Alunni) hinausweisenden Zeitzugs, indem sie an einem Mechanismus alle "gleichzeitigen wie aufeinanderfolgenden Bewegungen", also die "Bewegungsabfolge" selbst, die Verkettung ihrer Operationen, ablesbar macht = Babbage 1826:207, zit. nach Dotzler 2006: 183; mathematische Prozedur des Algorithmus und die Operativität der Maschine konvergieren

- oszillieren Papiermaschinen zwischen symbolischer Notation und physikalischer Implementierung, zwischen Punkt, Fläche und Raum; operativ werden sie erst in der Zeit

- Turing 1936; können die Operationen der symbolischen Maschine auf dem traditionellen Speicher- und Übertragungsmedium von (alphanumerischen) Symbolen, nämlich Papier, schrittweise ausgeführt werden. Das auf Rechenpapier aufgeschriebene Programm einer Turing-Maschine *ist* die Turing-Maschine, und das Diagramm einer Universellen Turing-Maschine insofern identisch mit der Maschine, insofern sie ein in beliebiger Materie implementierbares Modell darstellt

Eine "diagrammatische" Mediendefinition

- Media Archaeology concerned with media not only on their structural but as well on their operative level, thus becoming post-structural or "diagrammatic"; as diagrammatic media theory beyond semiotics, closer to signal analysis, with a signal being the physical representation of a message respectively information which takes places on the time axis. Any media event thus is a temporal signal function: "Zeitfunktionen der Signale" = Karl Küpfmüller, Die Systemtheorie der elektrischen Nachrichtenübertragung, Stuttgart (Hirzel) 1974, 393

³³⁶ Hier zitiert nach: Bernhard Dotzler, Diskurs und Medium. Zur Archäologie der Computerkultur, München (Fink) 2006, 183

Medienoperative Diagramme

- Diagramme im Sinne von Heideggers "Weltbild" (operative Bilder) als Gebilde des "vorstellenden Herstellens"; Inge Hinterwaldner, Simulationsmodelle. Zur Verhältnisbestimmung von Modellierung und Bildgebung in interaktiven Echtzeitsimulationen, in: Ingeborg Reichle / Steffen Siegel / Achim Spelten (Hg.), Visuelle Modelle, München (Fink) 2008, 301-314

- stehen Diagramme *zwischen* mathematischer Abstraktion und tatsächlicher Maschine. Analogien von Systemen bilden Äquivalente formalisierbarer Funktionen: "Solche Analogien lassen sich in verbaler Form, in mathematischer Form, als Blockdiagramm (paper and pencil-Modell) oder als technischer Aufbau (Realmodell) für unsere Denkgewohnheiten anschaulich machen"³³⁷; kommt im letztgenannten Feld der Analogcomputer zum Einsatz.

Was heißt "operativ"?

- vokalphabetische Lautschrift) noch performativ gebunden an den menschlichen (mithin theatralischen) Körper, auf die Spitze gebracht in der Komödie des Kallias in Athen (der Buchstabentanz); Phonograph aber ist operativ; steht Gebrauch des Adjektivs "operativ" für eine Unterscheidung von Medientheorie gegenüber dem sogenannten "Performativen" - der ganze Unterschied zwischen Medien- und Theater- und Kulturwissenschaft

Das "Dämonische" (Alunni) an der diagrammatischen Demonstration

- ist Zeitachsenmanipulation auditiver oder visueller Artikulation auf technomathematischer Basis erst dann möglich, wenn zeitserielle Datenströme (Signale) auf Raumkoordinaten bezogen werden können; klassische Darstellung physikalischer und damit zeitvarianter Prozesse in einem kartesischen Koordinatensystem, wo Zeit t als Abszisse und eine ihrer Funktionen (Geschwindigkeit oder Beschleunigung, Spannung oder Strom) als Ordinate figurieren. "Aber es macht einen Unterschied ums Ganze, ob dieser Trick nur eine Darstellung wie in der Physik oder, wie in der Informationstechnik, eine Schaltung ist"³³⁸ - operative Diagrammatik

- Graphen eine Instanziierung oder eine Differenz zum Diagramm? "In diesem Diagrammtyp geht es um Objekte und deren Beziehungen untereinander. Den mathematischen Unterbau bildet die Graphentheorie.

³³⁷ Hartmut Birett, Funktionsmodelle. Versuche zur biologischen Nachrichtenverarbeitung, Frankfurt a. M. / Berlin / München (Diesterweg) 1974, 1

³³⁸ Friedrich Kittler, Real Time Analysis, Time Axis Manipulation, in: ders., Draculas Vermächtnis. Technische Schriften, Leipzig (Reclam) 1999, 182-207 (183)

In diese Kategorie fallen demnach auch Diagramme, die zur Veranschaulichung von Strukturen, beispielsweise Organisationsstrukturen (Organigramme), Verwandtschaftsbeziehungen (Stammbaum), Flowcharts, Concept-Maps oder Datenstrukturen (Baumdiagramme: Dendrogramm und Entscheidungsbaum) verwendet werden" = Wikipedia, Eintrag "Diagramm"

Zeit und Diagramm

- das Diagramm für Peirce immer ein Zeitbild; Diagramme in diesem Sinne immer auf Vollzug angewiesen, ob als Denkschemata oder Graph: "[...] in our system of graphs, we shall be obliged still further to introduce the idea of time [...]. hypothetical propositions, unlike categoricals, essentially involve the idea of time. When this is eliminated from the assertion, they relate only to two possibilities, what always is and what never is." = CP 4.523; operative Zeitlichkeit von Diagrammen

- schlußfolgernde Syllogistik sequentiell angelegt

- operative Diagrammatik; Babbage im Entwurf seiner Analytical Engine: "Alle 'gleichzeitigen und aufeinanderfolgenden Bewegungen, die 'jedes bewegliche Teil der Maschine zu jedem Zeitpunkt tat', sollen mit seinem Plan auf einen Blick sichtbar werden" = Charles Babbage, "Über eine Methode Maschinenabläufe als Zeichen auszudrücken" (1826), in: Babbages Rechen-Automate. Ausgewählte Schriften, Wien / New York 1996, 205-221, hier zitiert nach: Wolfgang Schäffner, Electric Graphs. Charles Sanders Peirce und die Medien. In: Michael Franz / Wolfgang Schäffner / Bernhard Siegert u. a. (Hg.), Electric Laokoon. Zeichen und Medien. Von der Lochkarte zur Grammatologie, Berlin (Akademie Verlag) 2007, 316

- Peirces Diagrammatik "fixiert das Analogische im Logischen" (Rico Hartmann); Präfix *ana-* indiziert den Zeitvollzug am ansonsten rein logischen Denkbild; Zeitvollzug schnell in der digitalen Signalverarbeitung (und Logik) zur "time of no reality" zusammen, zum Dirac-Impuls; manifestiert noch minimalster Zeitverzug die Arbeit der Physik am Digitalen *abstractum* "Information"

- "Wasserfalldarstellung" für Spektrographie (Spectrum Analyzer) von HF-Trägern im Radio- und Funkbereich: *dynamische Diagrammatik*

- Korrelogramm als graphische Darstellung der Autokorrelation einer Zeitreihe; werden dazu die Korrelationskoeffizienten gegen die Dauer der Zeitverschiebung abgetragen = <http://de.wikipedia.org/wiki/Korrelogramm>; Zugriff 16. Februar 2009

Die diachronische Dimension des Diagramms

- meint Diagrammatik allgemein den Umriß, die gezeichnete geometrische Figur; das Präfix "dia" aber meint auch die zeitliche (diachronische)

Dimension; Verb *diagraphēin*: durch Zeich(n)en etwas darzustellen; Gestus zugleich ein temporaler Akt, ein Darstellungs*prozeß* (von daher eine genuine medientechnische Eigenschaft: im Vollzug, Durchführung)

- Diagramm im erweiterten Sinne nicht nur die graphisch-geometrische, sondern auch die algebraische Durchführung; analytische Geometrie

- Platons Dialog *Menon*: diagrammatische Operation als Anamnese, das (geometrische) Wissen im Menschen bereits angelegt, vs. Charles Sanders Peirce: diagrammatische Argumentation = abduktiv, die ohne Vorwissen sich aus der diagrammatischen Operation selbst ergibt

- Geometrie an sich diagrammatisch im Sinne jener "Disziplinen, die sich mit den in der reinen Raumzeitlichkeit mathematisch existierenden Gestalten beschäftigen" = Edmund Husserl, *Der Ursprung der Geometrie*, in: Jacques Derrida, *Husserls Weg in die Geschichte am Leitfaden der Geometrie*, München (Fink) 1987, 205 - was nachträglich den operativen Computer als technomathematische Maschine mit umfaßt

Zwischen Anamnese, Gleichursprünglichkeit und Tradition: Zeit der Diagrammatik (Platon, Husserl)

- "demonstriert"³³⁹ Sokrates in Dialog *Menon* (82b-84c) den anamnetischen Prozeß eines gleichursprünglichen Wissens (die Wiedererinnerung) anhand einer buchstäblich diagrammatischen Operation; Demonstration hat - in gut pythagoräischer Tradition - etwas Daimonisches, das sie mit allem erkennenden Sehen (*theoría*) teilt, sofern es als Medientheorie operativ, also als Zeitvollzug (respektive mit einem temporalen Vektor versehen) über die reine Anschaulichkeit hinausweist. Durch rein sprachliche Anweisungen läßt Platon hier aus einem Quadrat auf der Grundlage seiner Diagonalen ein Quadrat doppelten Flächeninhalts entstehen. Heute graphisch nachvollzogen, handelt es sich nicht um eine "Zeichnung aus *Menon*" <so die Legende von Abb. 1. in: Krämer ebd., 113>, sondern um ein Diagramm *nach* Menon; diagrammatischer Algorithmus vermag - invariant gegenüber der historischen Zeit, die zwischen Platon und dem heutigen Lesen des Textes verstrichen ist - negentropisch Wissen aufzuheben, weil es a) symbolisch, also weitgehend entropieunanfällig, kodiert wurde und b) an ein Wissen appelliert, das implizit in der Lage der Dinge selbst bereits angelegt ist (die euklidische Geometrie). Diagrammatische Überlieferung ist auch die Methode, mit der Alberti den Grundriß der Stadt Rom über alle Abzeichnungsfehler hinaus als Information verlustfrei überliefern wollte: indem die Zeichnung ins (günstigenfalls) kartesische Koordinatensystem übertragen wird; im Unterschied zu Platons Anamnese ist für Charles Sanders Peirce das geometrische Wissen eine Hervorbringung des *diagrammatic reasoning*

³³⁹ Sybille Krämer, *Operative Bildlichkeit. Von der "Grammatologie" zu einer "Diagrammatologie"?* Reflexionen über erkennendes "Sehen", in: Martina Hessler / Dieter Mersch (Hg.), *Logik des Bildlichen. Zur Kritik der ikonischen Vernunft*, Bielefeld (transcript) 200xxx, 94-122 (112)

selbst

- das Dazwischen von Platon und Peirce mit dem Begriff historischer Differenz nicht gefaßt; im Feld der techno-mathematischen Operationen nahegerückt durch das gemeinsame Objekt; Begriff "geschichtliche" also skalieren, zwischen physikalisch-objektiver Zeit und "flacher", transitiver Zeitlichkeit

- Edmund Husserl: Ein historischer Anfang (ein "Sinn-Ursprung"³⁴⁰) wird aktual implizit vollzogen (schlichte Anwendung), nicht aber bewußt als ursprünglicher Sinn reaktiviert; dann ist "die ursprünglich evidente Erzeugung als reine Erfüllung ihrer Intention das Erneute (Wiedererinnerte)" <Husserl 1987: 211>. Hier scheint Gleichursprünglichkeit auf: "das jetzt original Verwicklichte ist dasselbe wie das vordem evident Gewesene" <ebd.>. Aktiver Nachvollzug und Wiedererinnerung stehen im operativen Verbund; eine mikrozeitliche Handlung spannt zugleich den historischen Horizont auf (bzw. schließt ihn kurz); Husserl auf Seiten der Tradition und des historischen Verstehens als Enthüllen wesensallgemeiner Strukturen <224>

- medienarchäologisch begriffene Diagrammatik weiß, daß ihre Operation nach eigenem Gesetz zu Erkenntnis gelangt, ohne auf ein ursprüngliches Wissen zurückgreifen zu müssen (ob nun anamnetisch im Sinne Platons oder historisch im Sinne Husserls)

Das regenerative Wissen und die visuelle Evidenz der Geometrie

- entstammt der sogenannte Papyrus Rhind, der im wüstentrockenen Sand Ägyptens die Hinfälligkeit der Antike überdauert hat, datiert auf ca. 1700 v. Chr., einem altägyptischen Handbuch der Mathematik. Thema ist *offensichtlich* der Flächeninhalt eines gleichschenkligen Dreiecks. Werfen wir einen Blick auf dieses archäologische Fragment; Abb. 3 in: Rüdiger Inhetveen, Bilder und Zeichen in der Mathematik, in: Peter Bernhard / Volker Peckhaus (Hg.), Methodisches Denken im Kontext. Festschrift für Christian Thiel, Paderborn (mentis) xxx, 404-424 (404). Während die symbolische Notation der altägyptischen Schrift in hohem Maße kulturell und historisch relativ ist und vom Wissen und dem Code abhängig ist, erschließt sich das schlichte Diagramm unmittelbar und invariant gegenüber "Wissensgeschichte"; gleich einem diagrammatischen Monument ragt es aus dem schriftlichen Dokument heraus³⁴¹; gehört es zur Eigenart des Diagramms, daß es über die optische Anschauung hinaus auch eine zeitlich-dynamische Verweisung hat - der "Daimon" der diagrammatischen Demonstration (Charles Alunni). Zum Anderen behauptet sich die diagrammatische Argumentation invariant gegenüber der historischen Translation *in* der Zeit.

³⁴⁰ Edmund Husserl, Der Ursprung der Geometrie, in: Jacques Derrida, Husserls Weg in die Geschichte am Leitfaden der Geometrie, München (Fink) 1987, 206ff

³⁴¹ Die Unterscheidung Monument / Dokument folgt hier der methodischen Differenzierung in der Einleitung von Michel Foucaults *Archäologie des Wissens*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1973

- Platons anamnetische Ideenlehre von der geometrischen Praxis altgriechischer Mathematik inspiriert; Figuren der Geometer durchaus veränderlich und akzidentiell = Inhetveen xxx: 407; ein logisches Urbild und dessen realen Implementierungen (das "Abbild"); die Beziehung von Abbild zu Urbild ist buchstäblich "ikonisch" (im Sinne von Charles Sanders Peirce); Deutung *medieninduzierter* Gleichursprünglichkeit verschiebt diese Lesart hin zum Indexikalischen; "diese Ähnlichkeit liefert die 'gewissermaßen materielle Verbindung' zwischen Anzeichen und Anzuzeigendem" <Inhetveen 414>; und weiter: "Die Struktur der Wirklichkeit verträgt sich mit der Struktur der Theorie" <ebd., 421>

- Drucklegung von *Euclidis quae supersunt opera omnia* (Oxford 1703, hg. v. Gregory David); zeigt ein Kupferstich, wie sich Schiffbrüchigen am Strand die Anwesenheit von Menschen in Form geometrischer Sandzeichnungen kundgibt.³⁴² Oder ist es die Welt selbst, die sich hier diagrammatisch schreibt, gleich dem Quader im Weltall zu Beginn von Stanley Kubricks *2001 - A Space Odyssey*? Bildlegende: "Aristippus Philosophus Socratus, naufragio cum ejectus ad Rhodiensium litus animadvertisset Geometrica schemata descripta, exclamavisse ad comites dicitur, Bene speremus, Hominum enim vestigia video"; Anekdote aus Vitruv. Architect. Lib. 6 Praef.

Diagramme von Dynamik / dynamische Diagramme

- "Zur Veranschaulichung sinusförmiger Größen dient in Anlehnung an die Wechselstromtechnik das Zeigerdiagramm. [...] Die Projektion des Zeigers, der mit der Wechselgeschwindigkeit $\langle \omega \rangle$ um den Koordinatenursprung gegen den Uhrzeigersinn rotiert, auf die imaginäre Achse ergibt den Augenblickswert der Wechselgröße"³⁴³ - im Unterschied zum Zeigertelegraphen (Wheatstone, Siemens), der diskrete Werte (Buchstaben) indiziert

Kurvendiagramme

- mechanische Vorform oszilloskopischer Verfahren die rechnende Analyse von Kurven durch das Planimeter, eine veritable analog-digital-Umsetzung von Werten. Ist für die Fourier-Analyse der Kurve eines Schwingungsvorgangs die Funktion $f(x)$ nicht durch einen analytischen Ausdruck gegeben, muß ihre Auswertung numerisch oder graphisch erfolgen, vermittelt sogenannter harmonischer Analysatoren, welche die Kurve in Grundfrequenz und Obertonanteile zerlegen³⁴⁴; erfolgt

³⁴² Reproduziert in: Stefan Hildebrandt, Wahrheit und Wert mathematischer Erkenntnis, München 1995, 8

³⁴³ Josef-Hermann Bernhard / Bruno Knuppertz, Analoge Informationsverarbeitung - kurz und bündig, Berlin (Verl. Technik) 1974, 14

elektronische Fourier-Analyse eines gegebenen Kurvenzuges mit oszilloskopischen Mitteln

- Funktionsgeber wesentlicher Bestandteil von Analogcomputern zum Zweck der Behandlung allgemeiner gewöhnlicher Differentialgleichungen:

Für langsamere Analogrechner sind Funktionstische mit der aufgezeichneten Funktion $f(U_1)$ in Gebrauch, wobei U_1 über eine Servosteuerung eingestellt wird und die zugehörige Ordinate $f(U_1)$ der Kurve entsprechend automatisch durch eine Folgeregelung nachgeführt und nach außen abgegeben wird. Die Kurve wird optisch oder elektrisch abgetastet. Im letzteren Falle muß die Kurve mit einer leitfähigen Tinte aufgetragen werden, liegt an einer Spannung oder führt einen Strom³⁴⁵

- Prinzip der Welte-Klaviernotation, die von der passiven Lektüre zum aktiven automatischen Spiel führt, mithin zur operativen Schrift wird

Das Diagrammatische (Graphen aus Punkten und Linien) als Darstellungsform bei Peirce

- Charles Sanders Peirce, Prolegomena zu einer Apologie des Pragmatizismus [*Prolegomena to an Apology for Pragmaticism, P 1128 im Verzeichnis der publizierten Schriften; erschien 1906 in: The Monist, vol. XVI, 492-546, in: Charles S. Peirce, Semiotische Schriften Bd. 3 1906-1913, hg. u. übers. v. Christian Kloesel und Helmut Pape, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1993, 132-192

Peirce unterscheidet zwischen "immediate interpretant" (für "conduct" / Verhalten), "final interpretant" ("habit" / Gewohnheit) und - hier schon operativ - "dynamical interpretant" ("action" / Handlung); weitere Übersetzung von Frederike Roth, unter Titel "graphen und zeichen - prolegomena zu einer apologie des pragmatizismus", als *text 44* 1971 herausgegeben von Max Bense und Elisabeth Walther

- für Peirce diagrammatische Ikonizität keine abbildende, sondern eine entwerfende³⁴⁶ - ein Wissen im Vollzug, Trajekt, wie es Englischen anklingt: "Kant is entirely right in saying that, in drawing consequences, the mathematician uses what in geometry, is called a 'construction', or in general a diagram, or visual array of characters of lines."³⁴⁷

- "Hier ist ein Beispiel:

³⁴⁴ Friedrich Vilbig, Hochfrequenz-Meßtechnik, München (Carl Hanser) 1953, 279

³⁴⁵ E. Kettel, Übersicht über die Technik der elektronischen Analogrechner, in: Telefonen-Zeitung Jg. 30 (Juni 1957) Heft 116, 129-135 (135)

³⁴⁶ Dazu Matthias Bauer / Christoph Ernst, Diagrammatik, Bielefeld (transript) 2010, 44

³⁴⁷ Luis Radford, Rescuing Perception. Diagrams in Peirce theory of cognitive activity, Université Laurentienne, www.icme-organisers.dk/tsg28/rescuing.pdf, 9

$$a_1x + b_1y = n_1$$

$$a_1x + b_2y = n_2$$

Dies ist insofern ein Ikon, als es Quantitäten ähnlich aussehen läßt, die in analogen Beziehungen zum Problem stehen³⁴⁸; mathematische Ästhetik des Analogcomputers

- Sun-Joo Shin, *The Iconic Logic of Peirce's Graphs*, Cambridge, Mass. / London (MIT Press) 2002

Dreidimensionale Diagramme

- stellen Kohonenkarten im Darstellungsfeld angenäherte, "ähnliche" Werte dar (Self-Organizing Maps): *quasi* diagrammatische Skulpturen. Zur Dreidimensionalität gesellt sich als vierte Dimension die zeitliche Erstreckung.

- Block- respektive Flußdiagramme

Diagrammatische Maschinen

- Sandrina Khaled, *Pikturale Graphismen der Technik, 1569-1870*, in: *Bildwelten des Wissens* Bd. 1/1, 64-78; darin bes. Abb. 6 Robert Willis, *Principles of Mechanism, mechanical notation*, 1841; Abb. 4 Jean Pierre Nicolas Hachette, *Traité élémentaire de machines*, Tafel in: *Machine élémentaire*, 1811

- Ökonomie von John Maynard Keynes (*General Theory*, 1936) zunächst durch eine Reihe abstrakter mathematischer Modelle (graphisch und algebraisch) veranschaulicht. Zweidimensionalen Graphen aber mangelt es an Darstellungsmöglichkeiten des Wesens von Prozessen, wie sie - ganz im Sinne von Lessings *Laokoon*-Theorem - im sprachlichen Text darlegbar war: "The Keynesian verbal approach presented the economy as a dynamic system, but these little mathematical models tended to be static, so that to understand the system, or show the implications of changes in its, required using 'the method of comparative statics'. This involved comparison of 'before' and 'after' situations by shifting curves on diagrams or by making a change in one equation and / following the causal impact through the series of equations in the system."³⁴⁹ Ein Drittes, zwischen symbolischem Diagramm und operativem physikalischen Modell, ist die

³⁴⁸ Charles Sanders Peirce, *Über das Folgern im Allgemeinen*, in: ders., *Semiotische Schriften, Kurze Logik*, Frankfurt/M. 2000 [1895], 205f. Dazu der Beitrag von Julian Rohrhuber, *Das Rechtzeitige. Doppelte Extension und formales Experiment*, in: Volmar (Hg.) 2009, xxx-xxx (xxx)

³⁴⁹ Mary S. Morgan / Marcel Boumans, *Secrets Hidden by Two-Dimensionality: The Economy as a Hydraulic Machine*, in: Soraya de Chadarevian / Nick Hopwood (Hg.), *Models. The Third Dimension of Science*, Stanford (UP) 2004, 369-401 (372f)

Mathematik des Dynamischen: "Proposals to create dynamic mathematical models had been made during the 1930s by the econometricians who introduced both lags and differential terms into their model equations" <ebd., 373> - Zeitfaktoren, wie sie in Elementen des Analogcomputers (Kondensatoren zur Signalverzögerung) quasi-mathematisch operativ werden; Phillips' hydraulische Maschine; deren Vorzug "is not only its three-dimensionality, but also that in use it shows processes through time and so is, in effect, a 4-D model" <ebd., 379>

- Begriff des algorithmischen Zeichens: "zunächst ein Zeichen wie jedes andere auch, bei uns so wie bei Peirce so aufgefasst. Es wird aber doppelt interpretiert, von zwei Instanzen, von uns, den Menschen, und von ihm dem Prozessor. Das führt zu zwei Interpretanten, einem kausalen und einem intentionalen" = Frieder Nake / Susanne Grabowski, Ein Bild. Zwei Sichten. Betrachtung einer Zeichnung aus der Geschichte der Computerkunst, Vorlage zur Tagung *analog digital. Kunst und Wissenschaft zwischen Messen und Zählen (HyperKult 12)*, Rechenzentrum der Universität Lüneburg, 24.-26. Juli 2003; Frieder Nake / Peter Bogh Andersen, Informatics and Semiotics

- Computer als symbolische Maschine "separated function from physical form; if the wiring was correct, it did not matter how the computer was laid out mechanically. The design inhered not in the components, which <...> were standard telephone relays, but in the wiring between them" = Mindell 2004: 304; Telephon-Nebenstellenschaltwerk zum Computer *umnutzen*

- ermöglicht Einsatz der Elektronenröhre als Verstärkerelement (*electronic repeater*) in den USA 1915 die erste transkontinentale Telephonleitung; geht mit dieser neuen Quantität von telephonischer Distanzüberbrückung eine neue medientechnische Qualität einher: "The network became machine. No longer was the network a passive device, for repeater amplifiers actively added energy along along the route. This change decoupled the wave that represented the conversation from its physical embodiment in the cable."³⁵⁰

Das Flußdiagramm (*flow chart*)

- Raimundus Lullus' kombinatorische Scheiben eine Mechanisierung des Diagrammatischen (hier: kombinatorische Logiktabellen), ein maschineller Vollzug des Syllogismus

- zeichnen sich Diagramme durch syntaktische Diskretheit aus³⁵¹; diskrete, mit Elementen (etwa Buchstabensymbolen) rechnende operierende

³⁵⁰ David A. Mindell, *Between Humans and Machine. Feedback, Control, and Computing before Cybernetics*, Baltimore / London (Johns Hopkins University Press) 2004 [Erstausgabe 2002], 112

³⁵¹ Hans Ulrich Reck, *Eigensinn der Bilder. Bildtheorie oder Kunstphilosophie?*, München (Fink) 2007, 38

Diagramme und kontinuierliche Funktionen, Graphen, Spannungswerte im Analogcomputer unterscheiden

- "Eine Maschine ist eine Anordnung von Regeln und Gesetzen, durch die gewisse Tatbestände in andere transformiert werden" (Heinz von Foerster³⁵²)

- Zustandsmaschinen (reine Kombinatorik, gedächtnislos) von Maschinen, die Ergebnisse (zwischen-)speichern, unterscheiden. Im Falle der reinen kombinatorischen Maschinen (Lullus' *Ars Magna*) ist die Tabelle selbst der Speicher.

- ist es im ENIAC "der Umriß einer Programmablaufs, der in Diagrammen festgehalten wird eine graphische Schnittstelle zwischen der Mathematik der zu berechnenden Formel und dem elektronischen Plan ihrer numerischen Lösbarkeit. Solche Diagramme konkret zu implementieren, wurde im ENIAC lakonischerweise 'programming proper' genannt"³⁵³ - nahe der Hardware selbst

- Entwurf eines Programms, der von der Dynamik des Vorgangs selbst her denkt, bereits ein virtuelles operatives Diagramm

- Definition des Flußdiagramms (Flowchart) "a schematic representation of an algorithm or a process, or the step-by-step solution of a problem, using suitably annotated geometric figures connected by flowlines for the purpose of designing or documenting a process or program."³⁵⁴

- Diagramme / Flowchart-Beispiele unter:
http://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Flow_charts?uselang=de

- Prozeßvisualisierung die graphische Darstellung auf einer Benutzerschnittstelle in Automatisierungstechnik , Verfahrenstechnik, auch Simulation von Abläufen

- Frank Gilbreth: *Prozeßtabelle* für die analytische, chronographengestützte Arbeitswissenschaft

- kommt das Präfix "dia-" in einer wirklich *dynamischen* Diagrammatik zu seinem Recht. Vannevar Bush macht es zur Basis seines Differential Analyzers: "Any system that flowed could be represented by electrical diagrams. For modeling such circuits, Bush and Hazen saw continuous

³⁵² Hier zitiert nach: Werner Künzel / Peter Bexte, *Maschinendenken / Denkmaschinen*. An den Schaltstellen zweier Kulturen, Frankfurt/M. (Insel) 1996, 13

³⁵³ Wolfgang Hagen, *Der Stil der Sourcen*. Anmerkungen zur Theorie und Geschichte der Programmiersprachen, in: Wolfgang Coy / Christoph Tholen / Martin Warnke (Hg.), *Hyperkult*, Basel et al. (Stroemfeld) 1997, 33-68 (48)

³⁵⁴ http://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Flow_charts?uselang=de; Zugriff 16. Februar 2009

electrical computation as an improvement over the numerical methods"
<Mindell 2004: 318>

- Metapher? Im "Flußdiagramm" (*flow chart*, entwickelt durch John von Neumann) kommt der Algorithmus als dynamisches Ereignis zu logi(sti)schen Evidenz; einzelne Programmbefehle darin als Symbole, als Black Boxes. Sofern ein Flußdiagramm in realer Hardware implementiert wird, kommt es zum (Voll-)Zug; ist ihm ein chrono-logischer Vektor eingeschrieben (Schleifen, Rekursionen, Terminierung)

Das Blockdiagramm

- Lösung eines Problems im Analogcomputer durch Zusammenschalten der Rechelemente gemäß den aus den Gleichungen sich ergebenden Rechenoperationen. Die Vorschrift für die Aufstellung des 'Programms' wird so unmittelbar durch die Gleichung gegeben. Insofern spiegelt das Schaltbild auch direkt die Struktur der Gleichungen wider" = Knorre 1971: 23

- S. J. Morris / O. C. Z. Gotel, "Flow Diagrams: Rise and Fall of the First Software Engineering Notation", in: Dave Barker-Plummer / Richard Cox / Nik Swoboda (Hg.), *Diagrammatic Representation and Inference*, Berlin / Heidelberg (Springer) 2006, 130-144

Diagrammatik und Schaltplan

- Schaltplan englisch *circuit diagram*. "Allan Marquand, in about 1885, saw the value of operating his logic machine electrically and even drew a circuit pattern for it, but there is no evidence that this version of his device was ever actually constructed" = Gardner 1958: 216; war es Peirce, der in seinem Briefverkehr mit Marquand diese Zeichnung anfertigt

- Charles Sanders Peirce: "Logical Machines", in: *The New Elements of Mathematics*, hg. v. Carolin Eisele, Bd. III/1: *Mathematical Miscellanea* (Mouton/Humanities Press 1976), 625-632; auf Seite 632 als Anhang: Peirces Brief an Allan Marquand: "I think electricity would be the best thing to rely on", darin Schaltkreise gezeichnet, die verwendet werden können; führen Schaltpläne vom ikonischen zum logischen (diagrammatischen) "Bild" der Elektrotechnik

Die Verdinglichung des Schaltplans

- Peirces *diagrammatic reasoning* kein rein theoretischer Entwurf; in seinem Brief an Marquand als elektrischer Schaltkreis gezeichnet

- verlangt Diagramm nach / bedarf der Invollzugsetzung / Vollendung durch den Menschen (als "Medium"); im Fall von Quellcode dann an den

Rechner deligiert; verlangenauch die Buchstaben eines Textes nach Lektüre als *diagrammatological* (buchstäbliches) *decoding*

- Gottlob Frege, Begriffsschrift, Halle 1879; W. Hoering, Frege und die Schaltalgebra, in: Archiv für mathematische Logik und Grundlagenforschung, Nr. 3 (1957)

- Steckmodul ("Steckbaustein"), vertraut aus frühen Computern (Zuse Z22)

Was zunächst noch einen körperlichen, materiellen, dreidimensionalen Eindruck mit diskreten Bauelementen macht, wird in Dünnschichthybridschaltkreisen mit eingebondeten Transistor-Halbleiterchips bereits 2/12-dimensional.

- reale physikalische Implementierung einer "gedruckten" Schaltung (einmal als Buchdruck, einmal als Platine)

Zeitweisen operativer Diagramme

- meint der Informationsbegriff im Sinne Shannons nicht allein die Wandlung von Unwahrscheinlichem in Wahrscheinliches (Stochastik, Markov-Ketten, Entropie), sondern ebenso die Auswahl von Potentiellem in Aktuales

- Geradeausempfänger, die im Gegensatz zum später üblichen Superhet keine Zwischenfrequenz benutzen. "Mittelwellensender gab es schon am Anfang der Rundfunkgeschichte. Deshalb können historische Radios auch heute noch betrieben werden, und auch dieses Radio hätte die Sender von damals empfangen können. Die Technik ist ähnlich wie die der ersten Rundfunkempfänger" = Kainka 2008: 2; steht Retro-Radio also in einem gleichursprünglichen Verhältnis zum "historischen" Vorbild; Gegenfrage: Warum empfängt dieses Retro-Radio eigentlich nicht auch heute die Sendungen von damals?

Symbolische Rechenmethode und Analogrechner

- Versinnbildlichung dessen, was gemeinhin mit "Wissen" bezeichnet wird: sogenannte semantische Netze, eine nonlineare, nicht-hierarchische, also unbaummäßige graphische Verknüpfung von Begriffen in multiplen Relationen

- Heinrich Hertz: "Wir machen uns innere Scheinbilder oder Symbole der äußeren Gegenstände [...] von solcher Art, daß die denotwendigen Folgen der Bilder stets wieder die Bilder seien von den naturnotwendigen Folgen der abgebildeten Gegenstände" = Heinrich Hertz, Die Prinzipien der Mechanik in neuem Zusammenhange dargestellt, in: Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, Bd. 263, hg. v. D. Goetz, Leipzig (Geest & Portig) 1984, 67; kommt eine Form der Gleichursprünglichkeit zum Zug,

das Prinzip der Analogie und der Resonanz: "Damit diese Forderung erfüllbar sei, müssen gewisse Übereinstimmungen vorhanden sein zwischen der Natur und unserem Geiste. Die Erfahrung lehrt uns, daß [...] solche Übereinstimmungen in der Tat bestehen. [...] Die Bilder, von welchen wir reden, sind unsere Vorstellungen von den Dingen; sie haben mit den Dingen die *eine* wesentliche Übereinstimmung, [...] aber es ist für ihren Zweck nicht nötig, daß sie irgendeine weitere Übereinstimmung mit den Dingen haben" <ebd.> - das Prinzip des Analogcomputers, die epistemologische Form der Modellierung und die Praxis des *diagrammatic reasoning* im Sinne von Peirce; hat Hertz in einen Grundriß des Vorlesungssaals der Universität von Karlsruhe, den er für seine Experimente nutzt, die Koordinaten der Funkenwirkungen eingetragen (Labortagebuchblatt von 1887) - eine Überlappung von Diagramm und Abbild; oszilliert das derart kartographierte Wellenfeld zwischen beiden Weisen phänomenologischer und epistemologischer Existenz

- wird *diagrammatic reasoning* auf der Basis einer Vorschrift bzw. Algorithmus auf den Begriff gebracht: "By diagrammatic reasoning, I mean reasoning which constructs a diagram according to a precept expressed in general terms, performs experiments upon this diagram, notes their results, assures itself that similar experiments performed upon any diagram constructed to the same precept would have the same results, and expresses this in general terms"³⁵⁵ - "think analogue" (Ulmann); Analogrechner Diagramm, das unter Strom gesetzt mathematisch operativ wird

- lassen sich Zahlen und physikalische respektive technische Größen durch Strecken darstellen; implizit das Prinzip des Analogrechners / Rechenschieber

- Symbolisierung einer schwingenden Bewegung durch eine kreisförmige Bewegung; Otto Schmid, Die Mathematik des Funktechnikers. Lieferung 4: Symbolisches Rechnen I, 290

Der springende Punkt

Oliver Byrne, The first Six Books of the Elements of Euclid in which Coloured Diagrams and Symbols are used instead of Letters, London (Pickering) 1847. Reprint Köln (Taschen) 2010; *online*-Ausgabe: <http://publicdomainreview.org/collections/the-first-six-books-of-the-elements-of-euclid-1847/>

- ändern sich Stromrichtung und Polarität bei Wechselstrom und -spannung in einer bestimmten Frequenz; Darstellung erstmals durch die Braunsche Röhre für den Fall des Straßburger Stromnetzes); Fiktion einer Abtastbarkeit des Zeitpunkts, wo es sich tatsächlich (d. h. physikalisch

³⁵⁵ Charles S. Peirce, The New Elements of Mathematics, hg. v. Carolyn Eise, Bd. IV: Mathematical Philosophy, Den Haag (Mouton) 1976, 47f

reell) um infinit stetige Änderungen handelt: "Die Augenblickswerte der Spannung und des Stromes sind mit der sogenannten Sinusfunktion verknüpft, d. h. sie verlaufen in Abhängigkeit von der Zeit nach der Sinuslinie"³⁵⁶; Fiktion des Bildpunkts / "springenden Punkts" am elektronischen Fernsehen; Sampling-Theorem; Gabor, "akustische Quanten"; löst Sampling eine Schwingung in zeitdiskrete Werte auf, doch diese Zeit-Punkte nicht dimensionslos

- "Denkt man <...> an die eindimensionale Bewegung eines Massenpunktes, so wird man in einer Kontinuumstheorie eine Bahnkurve $x(t)$ für die Bahn des Teilchens (genauer: dessen Schwerpunktes) zeichnen können [...], die Tangente gibt jeweils die Geschwindigkeit. In einer Diskontinuumstheorie dagegen wird etwa an Stelle dieser Kurve eine Reihe von Punkten endlichen Abstandes treten <...>. In diesem Falle ist es <...> sinnlos, von der Geschwindigkeit an einem bestimmten Orte zu sprechen, weil ja die Geschwindigkeit erst durch zwei Orte definiert werden kann" = Werner Heisenberg, Über den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik, in: Zeitschrift für Physik, Bd. 43, Heft 3/4 (1927), 172-198 (173)

Diagramm und Isomorphie

- Vergleich zwischen mechanischen Schwingungen und elektrischem Schwingkreis

- "Die Gesamtheit der Signale in einem kybernetischen System ist das isomorphe Abbild bestimmter Seiten des realen Ereignisses. Wir sagen deshalb 'bestimmter Seiten', weil keine noch so ausführliche Beschreibung des Ereignisses durch eine Gesamtheit von Signalen alle Merkmale des realen Ereignisses widerspiegeln kann" <Poletajew 1962: 22> - jedoch Sampling-Theorem im Zeitbereich, obgleich nicht in der exakten Amplitudenreproduktion; illustriert Poletajew diesen Vorgang am Beispiel eines Direktschneidegeräts für Tonaufnahmen, also der Umwandlung akustischer in elektrische Schwingungen und ihre Fixierung in einem Speichermedium (samt Rückwandlung), im Unterschied zur diskreten Aufzeichnung in Symbolen (Notation, die Willkür bei der Wiederaufführung in Musik zulässt)

- Albertis Methode zur fehlerfreien Überlieferung des Stadtplans von Rom: nicht als Zeichnung des Grundrisses, sondern aufgelöst in diskrete Punkte, die in einem Koordinatensystem dann wieder eingetragen werden können; unterläuft Numerik das postalische Dispositiv

Operative Diagrammatik / diagrammatische Operatoren

³⁵⁶ Herbert Scheidt, Kleintransformatoren. Berechnung und Selbstbau, München (Albrecht Philler) o. J., 12f

- wird aus einer elektrotechnischen Schaltung, einmal unter Strom gesetzt, ein Diagramm im Vollzug; das Operativwerden diagrammatischer Notationen und die Dynamisierung des Topologischen als wesentlicher Zug technomathematischer Medien; setzt operative Diagrammatik nicht schlicht Erzeugungsprozesse symbolisch ins Bild, sondern auch in die Welt, d. h. in die Zeit, indem die symbolisch angezeigten Prozesse zugleich operativ werden; diagrammatische Maschinen Zeitereignisse und Zeitfolgen

- über die vertrauten Gedankenmodelle aus Logik hinaus; Peirces Skizze eines Schaltplans (*schematic diagram*) für eine elektrifizierte Logikmaschine aus den 1880er Jahren (abgebildet im Ausstellungskatalog *A Computer Perspective* von 1990); erweitert Marquands Serie elektromagnetischer *Schalter* zu einer wirklich geschlossenen *Schaltung* für die Lösung allgemeiner geometrischer und algebraischer Probleme

- operative Diagrammatik: Mathematik wird (als Algorithmus) Maschine (Turing)

- Methoden einer "science dure" in dreifachem Sinn: la pensée dure / la pensée de durée / la pensée du dure (*hardware*)

- Vortrag Charles Alunni 17 März 2005, am Collège de France, "Qu'est-ce que s'orienter diagrammatiquement dans la pensée?"; Orientierung im Denken durch mitdenkende Maschinen flankiert; heißen Bahnungen dieser Orientierung Programmierung und Schaltplan

- gehören das Operativwerden diagrammatischer Notationen und die Dynamisierung des Topologischen zu den wesentlichen Zügen technomathematischer Medien. Operative Diagrammatik setzt nicht schlicht Erzeugungsprozesse ins Bild, sondern auch in die Welt, das heißt in die Zeit, indem hier die angezeigten Prozesse zugleich operativ werden; diagrammatische Maschinen Zeitereignisse und Zeitfolgen; über die vertrauten Gedankenmodelle aus Logik hinaus ins Dynamische verweisend

- vorkalkulierte, dann mechanisierten Schußtafeln der Analogflak; Steuerungssysteme des A4-Geräts; Antizipation von Zeit in Analogrechnern; Raketentechnik und ihre Simulation

- DSP-Simulation der Kennlinien von Elektronenröhren, das Operativwerden jener Diagramme, wie sie die klassischen Kennlinientafeln darstellen

- Flammenschreiber (Oszilloskopie)

- "symbolical notation" von Charles Babbage als *operative* Schrift

- Sebastian Gießmann, "Graphen können alles. Visuelle Modellierung und Netzwerktheorie vor 1900", in: Ingeborg Reichle / Steffen Siegel / Achim Spelten (Hg.), *Visuelle Modelle*, München (Fink) 2008, 269-284]

Diagrammatik als "Medium des Denkens" (Charles Sanders Peirce)

- das Diagrammatische (Graphen aus Punkten und Linien) als Darstellungsform bei Peirce flankierend zur algebraischen Notation; betont Peirce (im Unterschied zur abstrakten Vorstellung des Diagramms) "existential graphs", wo die Materialität der Zeichen und ihrer Träger selbst eine Rolle spielt (etwa Kreide und Tafel). So "ist folglich das Blatt, auf das die Graphen geschrieben werden, eine besondere Art von / Punkt, und die Niederschrift eines Graphen auf diese Blatt entspricht im Grunde dem Ziehen einer kräftigen Linien zwischen dem Punkt, der das Universum darstellt, zu jenem Punkt"³⁵⁷ - ein dynamisches, operatives Verhältnis, keine starre Semiotik. Kommentiert Wolfgang Schäffner: "Damit wird das Blatt ein Medium, das Übertragungen zwischen Graphist und Interpreter, zwischen Sender und Empfänger möglich macht" <ebd., 87>. Somit aber ist die Linie auf dem Blatt keine rein symbolische Form, sondern trägt selbst einen indexikalischen Charakter, eine Spur des Realen. Schäffner weiter: "*Existential Graphs* <...> sind nicht auf dem Papier, sondern das Papier selber, sie indizieren sich als eine diagrammatische Maschine, die sich auf Punkten und Linien, aus Orten und Verbindungen aufbaut <...>. Sie sind damit ganz buchstäblich Papiermaschinen" <ebd.>. Peirce selbst schlägt den Bogen zum Schaltplan elektronischer Apparate; er schreibt in einem Brief vom 30. Dezember 1886 an Allan Marquand (der eine logische Maschine entworfen hat): "It is by no means hopeless to expect to make a machine for really very difficult mathematical problems. <...> I think electricity would be the best thing to rely on." <zitiert ebd., 88>

- Diagramm einer ersten logischen Schaltung 1886, abgebildet in Schäffner ebd., 88. Die Nachgeschichte ist Shannons Magisterarbeit zur Übersetzung Boolescher Logik und ingenieurstechnische Schaltungen mit Relais; Schäffner: 91

- medientechnisch realisierte Denkmodelle; das operative Diagramm: die Lochkarte"; Karsakovs "Ideenmaschine"; operative Löcher; Bernhard J. Dotzler, Zeichen in Eigenregie. Über die Welt der Maschine als symbolische Welt, in: Michael Franz et al. (Hg.), *Electric Laokoon. Zeichen und Medien von der Lochkarte zur Grammatologie*, Berlin (Akademie-Verlag) 2007, 291-312

- mechanisches Geräte zur Aussagenlogik: Jevons' Piano, und 1883 Verbesserungen durch Allan Marquand. 1890 diskutiert Marquand mit Peirce Kontaktschaltungen für Aussagenverbindungen, wie sie Hollerith dann in den Auswahlmaschinen für seine Lochkartenmaschinen tatsächlich einsetzt. Analogie von Aussagenlogik und Kontaktschaltungen 1910 bei Paul Ehrenfest; Bauer 2009: 55 f.

- Peirces Diktum von 1906: "All my notions are too narrow. Instead of 'Sign', ought I not say *Medium*?"³⁵⁸ Peirce legt den Akzent auf den Prozeß, die Semiose: "auf Zeichen und ihren Prozessen, ohne welche die

³⁵⁷ Wolfgang Schäffner, *Topologie der Medien: Descartes, Peirce, Shannon*, in: Stefan Andriopoulos / Gabriele Schabacher / Eckhard Schumacher (Hg.), *Die Adresse des Mediums*, Köln (DuMont) 2001, 86f

Maschinisierung von Kopfarbeit nicht zu begreifen wäre, um die sich <...> die Informatik bemüht"³⁵⁹. Indem Peirce die Instanz des Interpretanten hinzufügt, wird aus dem Verhältnis von Zeichen und Bezeichnetem ein Prozeß / Semiose

Diagrammatische Urszenen (Antike)

- Platon läßt Sokrates sagen, "daß es kein Lehren gibt, sondern nur Erinnern"³⁶⁰. Etwas wird wachgerufen, was zeitlos invariant zum jeweiligen historischen Index kulturellen Wissens gilt³⁶¹ - auch und Insbesondere für den Fall techno-mathematischer Verhältnisse; implizites Wissen buchstäblich medienarchéologisch angesprochen: Entbergung dessen, was vorliegt

- *Diagrammatic reasoning* in Platons *Menon* aktive Wissensentbergung, also -archäologie; Operation steht strukturdynamisch Charles Babbages symbolischer Machinennotation nahe: "The diagram *externalizes* the boy's thought; thus clearly presenting what had been only a vague notion before. On the other hand <...> the diagram *makes visible* what was wrong with the boy's original suggestion <...>. By changing the representational system, by substituting the geometrical approach for the arithmetical approach, the boy gets the possibility of controlling his own though <...>."³⁶²

- "eine abstrakte Maschine oder Diagrammatik", die "nicht dazu da ist, um etwas zu repräsentieren, sei es auch etwas Reales, sondern um etwas zukünftig Reales zu konstruieren"³⁶³

- Diagramm in Altgriechenland eine symbolische Operation zur Entbergung grundsätzlicher Strukturen, mathematisches Denken im Vollzug anhand konkreter Materialitäten (Papier, Stift) - "operative Bildlichkeit" im Sinne

³⁵⁸ In: Richard Robin, *Annotated Catalogue of the Papers of Charles S. Peirce*, University of Massachusetts Press 1967, MS 339

³⁵⁹ Frieder Nake, *Zeigen, Zeichnen und Zeichen. Der verschwundene Lichtgriffel*, in: Hans Dieter Hellige (Hg.), *Mensch-Computer-Interface. Zur Geschichte und Zukunft der Computerbedienung*, Bielefeld (transcript) 2008, 121-154 (125)

³⁶⁰ *Platons Menon*, hrsg. u. übers. u. nach d. Inhl. erkl. von Reinhold Merkelbach, Frankfurt/M. (Athenäum) 1988, 56

³⁶¹ Dominic Scott schreibt vom "foreknowledge principle", in: ders., *Plato's Meno*, New York (Cambridge UP) 2006, 84f

³⁶² Michael H. G. Hoffmann, *Peirce's "Diagrammatic Reasoning" as a Solution of the Learning Paradox*, in: *Process Pragmatism. Essays on a Quiet Philosophical Revolution*, hg. v. Guy Debrock, Amsterdam (Rodopi) 2003, 121-143 (139)

³⁶³ Gilles Deleuze / Félix Guattari, *Tausend Plateaus*, Berlin (Merve) 1992, 196. Dazu Bernhard J. Dotzler, *Technotation. Babbage und die Macht der Zeichen*, in: Hans-Christian von Herrmann / Wladimir Velminski (Hg.), *Maschinentheorien / Theoriemaschinen*, xxx, 269-282

Sybille Krämers, abduktiv im Sinne von Peirce, und im Unterschied zur Arithmetik mit Zahlen. Anders als sein funktionaler Einsatz im Zweistromland oder Ägypten ist es im buchstäblich archaischen Altgriechenland eine Weise, mathematische Sätze "von ersten Prinzipien herzuleiten"³⁶⁴.

- meint "ikonisch" im Sinne von Peirce nicht allein das intuitive Abbild, sondern ebenso eine Strukturähnlichkeit. Insofern unterhält auch noch das digitalisierte, also durchweg abstrahierte und mathematisierte "Bild" eine isomorphe Beziehung zum Vorbild; unterscheidet Rodowick zwischen analoger Repräsentation und digitaler Transkodierung; Isomorphismus hängt für ein Medium wie der Photographie an der Absenz solcher symbolischen Transkodierungen = David N. Rodowick, *The Virtual Life of Film*, Cambridge, MA / London (Harvard UP) 2007, 9

- Matthias Wille, Die erkenntnistheoretische Isomorphierelation. Kritische Anmerkungen zu Georg Klaus' Jenenser Promotionsschrift aus dem Jahr 1948, in: *Zeitschrift für Semiotik* Bd. 33, Heft 3/4, 185-206

- Beziehung des analogen photographischen Bildes (die photographische Referenz) zum wirklichen Ding nicht willkürlich (wäre eine semiotische Beziehung), sondern eine notwendige, vorgeschrieben von der physikalischen Indexikalität. "In Photography I can never deny that *the think has been there*" = Roland Barthes, *Camera Lucida. Reflexions on Photography* [*Paris 1980], New York 1981, 76

Die neuzeitliche Erringung des Diagramms

- Funkenstein 1986: 302 f.: geometry separate from mechanics (in Ancient Greece); 303: time excluded from mathematical objects; 310 f.: "two bodies" (mechanics / mathematics)

- Tobias Vogelgsang, *Datenvisualisierung und Ästhetik. Johann Heinrich Lamberts Graph und William Hogarths "Analysis of Beauty"*, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2013

- Grundlagenkrise der Mathematik um 1900; stellt Intuitionismus "ein raumgreifendes Kontinuum unter das Primat der Zeit. Mathematik hat für Brouwer deshalb restlos in ihrer Tätigkeit aufzugehen, für Hilbert dagegen auf dem Papier" = v. Hilgers 2008: 157, unter Verweis auf: Hermann Weyl, *Über den Symbolismus der Mathematik und mathematischen Physik*, in: ders., *Gesammelte Abhandlungen*, Bd. 4, Berlin / Heidelberg / New York 1968, 527-536 (529); in der tätigen Rechenmaschine Verschränkung beider Weisen: des abstrakten mathematischen Zeichenraums und der Maschinentätigkeit; im Operativen liegt hier die Zeit

³⁶⁴ Kurt von Fritz, *Die ARXAI in der griechischen Mathematik*, in: *Archiv für Begriffsgeschichte*, Bd. 1, Bonn 1955, 13-103 (13f)

Diagrammatische Epistemologie des elektromagnetischen "Feldes"

- Valéry über Faradays Feldlinien: "Le triomphe de l'image mentale - transposition de l'image physique dans le champ mental. Et ici, cette image qui visiblement est une figure inerte, prend des «forces».- L'œil ne voit pas de forces. C'est l'excitation de nos puissances motrices qui entre en jeu - dans le champ de temps mental."³⁶⁵

- "En lisant William Thomson, vers 1893, c'est la métaphore hydraulique que Valéry découvre : « Toute la physique d'aujourd'hui est une métaphore hydraulique et lui [Lord Kelvin] l'a extraite des formes algébriques pour donner aux sens eux-mêmes le spectacle de la continuité de la pensée » = Correspondance de Paul Valéry et Gustave Fourment (1887-1930), Paris, Gallimard, 1952, 241-242

- "Alle physikalischen Charakteristika der letzten Elementarbestandteile der Materie, insbesondere der Elektronen, sind am umgebenden *Felde* abzulesen; die Anwendung der geometrischen, mechanischen, physikalischen Begriffe auf das Elektron selbst und seine Ausdehnung scheint ohne Bedeutung zu sein. Daher möchte man das Materieteilchen als etwas Extramundaneres, nicht extensiv Ausgedehntes ansetzen. Es ist selber nicht räumlich, sondern steckt nur in einer räumlichen Umgebung drin, von welcher seine Wirkungen ihren Ausgang nehmen. <...> Dann gibt es kein punktförmiges Jetzt und auch kein exaktes Früher und Später. Die Dinge verhalten sich dann <...> als ob der an den Leib gebundene Lebenspunkt <...> nicht nur eine diffuse räumliche, sondern auch eine diffuse zeitliche Ausdehnung besitzt. Die unmittelbare Gegenwart ist nicht gänzlich abrupt, sondern immer steht ein schmaler, nach der Vergangenheit und nach der Zukunft rasch abklingender Hof zugleich mit in dem sich selbst leuchtenden Lichte der Unmittelbarkeit." <Weyl 1927: 58>

- beschreibt Faraday ein atomistisch unfaßbares Phänomen (die elektromagnetische Induktion) durch Feldlinien - keine frühe Form operativer Diagramme; sucht Maxwell in seinem Gründungsdokument der Elektrodynamik mit seinen Gleichungen nachzuweisen, daß Faradays Kraftlinien eine phänomenale Falle. "Aus retinaler Verführung wird logische Vorführung" (Ausdruck Rico Hartmann); steckt medienarchäologische Begründung (*arché*) nicht in den Abbildern von Eisenfeilspänen als Ausdruck magnetischer Kraft ("punktierte Linien, Erscheinungen, Curven" = Faraday, Michael (2004): Experimental-Untersuchungen über Elektrizität in drei Bänden, Bd. 3 (= Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften Bd. 294, Reprint Harri Deutsch), 298- 301 (Ueber magnetische Kraftlinien), 298- 301), sondern in unanschaulichen, mathematischen Symbolen = Maxwell, James Clerk: On Physical Lines of Force, 1861; für Studium dieser Kraft Faradays Ikonisierung nicht notwendig (Peirce CP 4.242)

³⁶⁵ Paul Valéry, Cahiers II = Paris, Éditions du Cnrs, 1957, Cah. XXV, p. 434

- bringt Peirce diagrammatisch, Turing algorithmisch die eigentlich unsinnlichen Formen geistiger Prozesse und logischer Beweisführung mit maschinaler Berechenbarkeit zusammen; Peirces Diagrammatik als verschränkte Raum- und Zeitform Mittel der Beweisführung

Zeitdiagramme und ihre Berechnung (Differential- und Integralrechnung)

- Henri Bergson, *Materie und Gedächtnis*: Aufhebung von Vergangenheit in der Gegenwartswahrnehmung, dargestellt in der Figur des Konus: "An der Kegelspitze befindet sich der gegenwärtige Augenblick, der Körper des Kegels birgt die Vergangenheit und zwar auf verschiedenen Ebenen. Jede der Ebenen umfasst die Totalität der vergangenen Dauer, allerdings in mehr oder minder kontrahiertem Zustand. <...> Der gegenwärtige Augenblick bildet die am höchsten angespannte Ebene der Vergangenheit und trägt das Ganze der vergangenen Dauer in sich"³⁶⁶; phonographische Abtastnadel

- "How do you draw time?", heißt es eingangs in der *online-*Verlagswerbung zu Rosenberg / Grafton 2010; medienarchäologische Analyse von Zeitdiagrammen; greift Edmund Husserl in seinen *Vorlesungen zur Phänomenologie des Inneren Zeitbewußtseins* auf die Zeichnung eines "Diagramms der Zeit" zurück. Verbalsprachlich ringt er (als Alternative zur Rede von "Erscheinungen") um Begriffe zur Beschreibung von "Ablaufphänomenen" oder "Modi der zeitlichen Orientierung"; die Kontinuität steter Wandlungen sei untrennbar in Strecken, und unteilbar in Phasen.³⁶⁷ "In unserer Figur illustriert die stetige Reihe der Ordinaten die Ablaufsmodi des dauernden Objektes. Sie wachsen von 0 (einem Punkt) an bis zu einer bestimmten Strecke" und bilden ein "Phasenkontinuum (Jetzpunkt mit Vergangenheitshorizont" = ebd., 389; Diagramm ebd.

- praktizieren elektronische Medien es: Fernseher als Differentialrechner

- sucht 1952 Alan M. Turing nach einer chemischen Basis für das Phänomen der Morphogenese. "What is chiefly required is an understanding of the solution of linear differential equations with constant coefficients", fügt in Klammern hinzu: "This is also what is chiefly required for an understanding of mechanical and electrical oscillations"³⁶⁸, also zum Verständnis von elektrotechnischen Medienphänomenen an sich und ihrer verblüffenden Analogisierbarkeit zu mechanischen Vorgänge (Pendelschwingungen etwa)

³⁶⁶ Kerstin Volland, *Zeitspieler. Inszenierungen des Temporalen bei Bergson, Deleuze und Lynch*, Wiesbaden (Verl. f. Sozialwissenschaften) 2009, 33

³⁶⁷ Edmund Husserl, *Vorlesungen zur Phänomenologie des inneren Zeitbewußtseins* [1905], hg. v. Martin Heidegger [*1928], 2. Aufl. Tübingen (Niemeyer) 1980, § 10 "Die Kontinua der Ablaufphänomene. Das Diagramm der Zeit", 388-390 (388)

³⁶⁸ Alan M. Turing, *The Chemical Basis of Morphogenesis*, in: *Philosophical Transactions of the Royal Society*, Bd. 237 (1952), 37-72 (39)

- Differential- und Integralrechnung Königsweg zum Begreifen (und Machen) elektrodynamischer Medien, denn ihre Grundgesetze (*arché*) beziehen sich auf den zeitlichen Differentialquotienten einer Größe (etwa des mechanischen Impulses oder der Feldstärke); Ableitung geschieht hier vorrangig nach der Zeit (wie auch im elektronischen Analogcomputer): "Sie verknüpft damit den Wert, den diese Größe zu irgendeinem Zeitpunkt hat, mit dem Wert, der ihr im nächstfolgenden Augenblick zukommt."³⁶⁹

- konkreter medienpraktischer Einsatz in Engine-Entwicklung von Computerspielen; heißt es im Bericht über das "Physics Tutorial" (denn "Physik" meint in Computerspielen die Simulation realer Newtonscher Welt) im Rahmen der Game Developers Conference 2006 in San Jose: "Jim Van Verth talked about how the differential equations of motion, that arise in Newtonian physics dynamics are defined, and how they can be numerically solved to be useful in a game application" = Oliver Pilarski, Physics Tutorial, in: Game Face, Juni 2006, 58-61 (58); entwickelt Leibniz Differential- und Integralkalkül als *eine algebraische Technologie*

- Leibniz' "Universalsprache" mathematischer Kalküle; Argument in seiner *ars inveniendi*: mit abstrakten Symbolen algebraisch rechnen wie mit gezeichneten (diagrammatischen) Figuren; Operationen bedürfen zunächst noch der menschlichen Agenten zur Ausführung; verselbständigen sich zur Maschine = programmierter Automat; Medienwerden der Differentialrechnung: Groß [1932-1938 Leiter der Schaltkreis-Abteilung in den Hollerith-Werken Berlin] 1934; Babbage: *symbolical notation*

- "Als Kalkül und das heißt wortwörtlich als Kombinatorik von Rechensteinen hat der Computerpionier Babbage die neue Methode, Unendlichkeiten zu handhaben, schließlich <...> durchgesetzt. [...] Was Teleskop und Mikroskop eben an unendlich Großem und Kleinem erschlossen hatten, erlangte in Integralen und Differentialen seine Formeln."³⁷⁰

"Musikalische" Diagrammatik

- Synthesizer in Pure Data "programmieren"; das symbolische "Patchen" ein operatives Diagramm

- West 1994, 218: "Stratonicus, a virtuoso citharist <...>, is named as the first to teach *ta harmonika* and to construct a 'diagram'"; Nomogramme

- gebraucht Pythagoras das Monochord als Meßinstrument, nicht zur musikalischen Aufführung: "the instrument commonly used for ratio

³⁶⁹ Arthur March, Das neue Denken der modernen Physik, Hamburg (Rowohlt) 1957, 132

³⁷⁰ Friedrich Kittler, Dem Schöpfer auf die Schliche. Auf der Suche nach einem universalen Zeichensystem: Gottfried Wilhelm Leibniz zum 350. Geburtstag, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 149 v. 29. Juni 1996, B4

measurement. It had a single string stretched over a graduated rule (*kanon*), with a movable bridge by which the vibrating length of the string could be shortened or divided in measured proportions" = West 1994: 240; Mersennes Erhöhung der Schwingungen am gleichen Instrument

- das als Musikinstrument gebaute, materielle Diagramm: Ptolemaios, *Harmonikos*, "describes a contrivance used by some theoreticians and poetically called the *Helikon*, after the mountain on which the Muses dwell. It had four strings and a diagonal bridge. The proportional length for the concords were constructed by geometrical procedures, given a square and the mid-points of its sides" <West 1994: 241; ebd. Fig. 8.3>

- die Kunst der Fuge: "Im 16. Jahrhundert waltet noch unverrückt das Gestell des pythagoreischen Zahlenrealismus, und erst im Lauf des 17. tritt jene Dynamisierung ein, deren Symptome musikalisch die nun selbst zeitkritische Durmoll-Harmonik, mathematisch das infinitesimale Rechnen sind <...> Sobald man die Perspektive der Differentiation anlegt, sind es eben keine Meta-Konstellationen mehr, sondern die intendierten Sachverhalte selbst" (briefliche Mitteilung Rainer Bayreuther, Frankfurt/M., 27. August 2007)

Diagrammatische Meßbilder: Oszilloskopie

- Amplituden-Zeit-Diagramme als Oszillographien

- Begriff des *Spannungsdiagramms* in der Fernseh elektronik; wird im Extremfall (Farbe Weiß respektive Schwarz) eine Zeile des zu übertragenden Bildes bei der elektronischen Abtastung in ihrem Helligkeitsverlauf durch eine Gleichstromspannung (das Fernsehsignal) dargestellt, das einen gleichförmigen, stetigen Amplitudenverlauf von links nach rechts zeitigt. Das andere Extrem ist die Auflösung periodisch folgender Bildeinheiten (etwa das Motiv des feingliedrigen Lattenzauns), so daß aus der Gleichspannung am Ende eine Wechselspannung wird: "Im Spannungsdiagramm entsteht dadurch über dem Weißpegel eine Wechselspannung mit rechteckiger Kurvenform <...>. Je feinere Einheiten abgebildet werden sollen, desto höher ist die Frequenz der erzeugten Wechselspannung" <Limann 1957: 21>.

Diagrammatik des Operativen statt Mediengeschichtsschreibung

- Faradays diagrammatischer Experimentalpraxis; Gooding 1998

- von Osted über Ampère und Faraday bis zu Hertz eine ganze Serie von elektrotechnischen Experimentalanordnungen überliefert, durch die das Wesen des Elektromagnetismus erkundet³⁷¹

³⁷¹ Zur epistemologischen Diskussion der Ampèreschen Experimente siehe Friedrich Steinle, Exploratives vs. theoriebestimmtes Experimentieren: Ampères erste Arbeiten zum Elektromagnetismus, in: Heidelberger /

- erweist sich Wissenschaftsgeschichtsschreibung als nur bedingt geeignet, diese zeitliche Dynamik von Experimentalsystemen in ihrer eigenzeitlichen Logik darzustellen. Klaus Hentschels Verfahren vorgeschlagen, sie als Sequenzen und Muster in Form von Blockdiagrammen darzustellen: "Keineswegs in Konkurrenz, sondern ergänzend zu einer *mikrohistorischen* Bearbeitung <...> gestatten die Blockdiagramme den quasi *makroskopischen* Vergleich zwischen zeitlich und räumlich eng definierten lokalen Forschungskontexten."³⁷² Was er hier bescheiden als Ergänzung zur "traditionellen narrativen Beschreibung" <ebd.> definiert, ist in Wirklichkeit deren Alternative. Anhand von Faradays analytischen Laborskizzen entwickelt auch David Gooding neue Formen der Darstellung solcher Wissenserfahrung in der Zeit: "The history of a visual science must itself venture into non-narrative modes of representation, if we are to understand the cognitive as well as the social dynamics of discovery and demonstrations. To this end a matrix representation shows the dynamical context of interacting representations better than a linear "narrative with pictures" could do" = David Gooding, *Picturing Experimental Practice*, in: Heidelberger / Steinle (Hg.) 1998, 298-322 (321); Appell gilt verschärft, wenn das Objekt nicht mehr nur die technischen Zeichnungen, sondern die Medienapparaturen selbst betrifft

- "Schema" nach Kant; ein Vollzug, etwa das Ziehen einer Linie, immer auch eine zeitliche Handlung; Sybille Krämer, *Operative Bildlichkeit. Von der "Grammatologie" zu einer "Diagrammatologie"?* Reflexionen über erkennendes "Sehen", in: Martina Hessler / Dieter Mersch (Hg.), *Logik des Bildlichen. Zur Kritik der ikonischen Vernunft*, Bielefeld (transcript) 2009, 94-122 (113 ff.)

- bildgebende Medien von diagrammgebenden Medien unterscheiden; Begriff *mapping* einbeziehen

Maschinen schreiben: Babbages "Mechanical Notation" und Reuleaux' Kinematik

- Programmieren in Pure Data: operatives Diagramm (eines Synthesizers z. B. durch Füllung der Variablen mit konkreten Werten)

- Condillac u. a., "Ideen" als symbolische Zeichenmanipulation im späten 18. Jh.

- Karsakov, *Ideenmaschine*

Symbolische Maschinen: Logik, Kombinatorik, Kalkül, Algorithmus und Programm

Steinle (Hg.) 1998: 272-297

³⁷² Klaus Hentschel, *Feinstruktur und Dynamik von Experimentalsystemen*, in: Heidelberger / Steinle (Hg.) 1998, 325-354 (352)

- Papiermaschinen: "Eine abstrakte Maschine an sich ist nicht physisch oder körperlich, und auch nicht semiotisch, sie ist diagrammatisch <...>. Ein Diagramm [hat] weder Substanz noch Form, weder Inhalt noch Ausdruck" = Deleuze / Guattari, Mille Plateaux, 195

- referiert Kittler in *Grammophon-Film-Typewriter* 1986: 86, auf Lacan (Seminar II, das ich in der theorie freuds und in der technik der psychoanalyse, S. 64): "Was zählt, sind nur die Differenzen oder (um es in Schreibmaschinensprache zu sagen) die Spatien zwischen den Elementen eines Systems. Schon deshalb heißt bei Lacan 'die symbolische Welt die Welt der Maschine'."

- im Unterschied zum Rechnen mit Ziffern auch algorithmische Prozesse in der Informatik "Berechnung" genannt: Begriffe, die mit Hilfe von Symbolen formuliert werden, oder logische Aussagen und Aussagenverbindungen; Friedrich L. Bauer, Kurze Geschichte der Informatik, München (Fink) 2. verb. Aufl. 2009, 3

- Warren McCulloch / Walter Pitts, A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity, in: Bulletin of Mathematical Biophysics 5 (1943), 115-133

- Maschinen denken und mechanisierte Mathematik; zwischen Schreibmaschine und Tonband die Turing-Maschine

- programmierbare Logik als Realisierung der aristotelischen Prädikatenlogik vermittelt technischer Gatter; Schaltplan einer Elektronik zur Berechnung der Funktion $y = x^2$: Transistor mit Basis und Collector, dazwischen Gatter mit Wechselstromspeisung, davor Widerstand geschaltet (Rückkopplung)

- in bestimmten Logikschaltungen das Zeitverhalten entscheidend (mithin zeitkritisch); temporale Logik

Zeichenspiele und Zeichenmanipulation mit tödlichem Einsatz

- "Zeichenspiele": nicht nur Symbole, auch Zeichnungen symbolisch verarbeiten; Entwicklung perspektivischer Darstellung in der Renaissance erlaubte Konstruktionen von Maschinen allein auf dem Papier zu entwickeln; von Hilgers 2008: 24 f., unter Bezug auf: Samuel Y. Edgerton, The Renaissance Artist as Quantifier, in: The Perception of Pictures 1. Alberti's Window. The Projective Model of Pictures, hg. v. Margaret A. Hagen, New York 1980, 179-212

- behandeln Barocke Bücher über Theaterbauten die Erzeugung räumlicher Tiefendimensionen durch zweidimensionale Fläche im eigenen Medium, nämlich auf Buchseiten: "Diagrammatische Verschränkungen sind hier gefordert, die die imaginative Wirkung von Bildern mittels Buchstaben ein Stück weit wieder aufheben und als Konstruktion kenntlich machen. Die

Algebra soll aus eben solchen Abkürzungen hervorgegangen sein, die spezifisch geometrische Elemente der Abbildungen bezeichneten, dann selbst zu einem Gegenstand der Mathematik wurden und damit allgemeine Verfahren von konkreten Aufgabenstellungen ablösen" = v. Hilgers 2008: 26, unter Bezug u. a. auf Oskar Becker, Mathematische Existenz, Tübingen (1927) 1973, 191 f.

Graphische Interfaces: diagrammatische Schnittstellen

- sind Zeichen auf Verdinglichung angewiesen wie Algorithmen auf Hardware, wenn sie handlungsfähig werden sollen; erst Vollzug macht aus einer dynamischen Relation ein Medium. "Von Sketchpad wissen wir: es ist ein Software-System. Als solches ist es für seine dynamische Existenzweise auf einen Computer angewiesen" <Nake 2008: 143>. Vom Erfinder als *zeitkritisches* Interface definiert: "The Sketchpad system makes it possible for a man and a computer to converse rapidly through the medium of line drawing" <Ivan E. Sutherland, Sketchpad. A man-machine graphical communication system, New York / London 1980: 8 [*MIT intern 1963], hier zitiert nach: Nake 2008: 143f>. Das Interface ist eine Form von Medium als Kanal (im Sinne Shannons). Was auf diese Oberfläche gezeichnet wird, ist jedoch eine Funktion der rechnenden "Unterfläche" (Nake): so erscheint diese Form von Zeichen "als *algorithmische Zeichen*"³⁷³; Sonderfall Williams Tube als Daten(zwischen)speicher

- D-mac Cartographic Digitiser: a rapid method of converting data contained in pictorial dimensions (2-D) into a form suitable for computer processing. The "pencil" develops an electrical field which is tracked by a sensing mechanism - eine Art *reverse eye-tracking*; James Dreaper, in: Design Journal 1968 = <http://vads.ahds.ac.uk/diad/article.php?title>

Diagrammgebende Medien: Kurvenschriften (Kymograph und Phonographie, Musik- und Filmnotation)

- Hauptdarsteller im Meßmedientheater des 19. Jahrhunderts der Kymograph

- entwickelt James Watt 1790 seinen "Indikator": ein Meßgerät, das an der Dampfmaschine den Druckverlauf versinnbildlicht, den der Dampf im Zylinder der Kolbenmaschine während des Arbeitshubs einnimmt. Nicht nur von Menschen, sondern durch einen anderen Mechanismus wird diese Erkenntnis dann umgesetzt: in Form des epistemischen Dings namens *Governor* (den James Clerk Maxwell dann als protokybernetischen Protagonisten beschrieb); Überdruck wird durch eine entsprechende Ventilöffnung abgelassen, und damit negatives Feedback realisiert (die Homöostase des Systems). "Nach Abschluß seines Studiums setzte Maihak

³⁷³ Nake 2008: 149; dazu ders.: Das algorithmische Zeichen, in W. Bauknecht / W. Brauer / Th. Mück (Hg.), Informatik 2001, 2 Bde., Bd. II, Wien 2001, 736-742

da an, wo Watt aufgehört hatte"³⁷⁴ - eine medienzeitlogische, nicht historische Folge. Der Ingenieur Hugo Maihak entwickelt einen Druckdiagramm-Schreiber. Daraus resultiert am Ende auch das Firmenzeichen: zwei ineinander verschachtelte Diagramme, wie sie der Maihak-Indikator vom Durckverlauf im Zylinder aufzeichnet = Wersche ebd.; Markenzeichen der Firma Maikhak.

- Ursprung von Carl Ludwigs "Kymographen" aus der invasiven Blutdruckmessung (analog zu Dampfdruckmessung von Watts "Indicator")

- liefert Chronophotographie mit fester Platte für die Analyse des Vogelfluges "unmittelbar ein zuverlässiges Diagramm der zu untersuchenden Bewegung"³⁷⁵. In diesem *Unmittelbaren* aber dissimuliert sich das technische Medium selbst.

- Siegert 2003: 13 f., über "diagrammatische Schriften"

- James Watts "Indidactor" an Dampfmaschinen

- phonographische Aufzeichnung (Edison-Zylinder) im Prinzip das Diagramm eines akustischen Ereignisses; Kymograph und Phonograph "diagrammgebende Medien"³⁷⁶ in der Tradition der *methode graphique* (Marey)

- entwickelt Marey mit seinem Assistenten Georges Demeny die abstraktere Form der Chronophotographie, indem schwarzgekleidete Körper abschnittsweise mit hellen geometrischen Linien versehen werden, die in der bildüberlagernden Aufnahmetechnik Mareys zur quasi-diagrammatischen Darstellung des Bewegungsablaufs gerinnen; Marey 1985: 11 f., mit Abb.

- "Erst die schriftbildliche Dimension der Film-Notation - jener offene Raum, in dem Kartografien ebenso denkbar sind wie Diagramme oder Tabellen, in dem Isomorphie neben Topografie, Harmonie neben Asymmetrie, Figuration neben Abstraktion und Sichtbarkeit neben Lesbarkeit ihren Platz haben, kurz: wo das Zeichen in seiner zweifachen Operativität, als Symbol *und* als Medium zur vollen Entfaltung kommt - präpariert den epistemischen Kern des Films heraus <...>" = Wurm 2010: 45

Materialisierte Diagramme: der Schaltplan

³⁷⁴ Monika Wersche, Ingenieur Hugo Maihak. Eine Geschichte, unter <http://www.funkstunde.com/de/technik/maihak>; Zugriff 5. März 2010

³⁷⁵ E. J. Marey, Die Chronophotographie, a. d. Frz. übers. (und kommentiert) v. A. von Heydebreck, Berlin (Mayer & Müller) 1893, 32

³⁷⁶ Ein Ausdruck von Anna Hasenkamp (Bachelor-Studiengang Musik & Medien) an der Humboldt-Universität zu Berlin, unter Bezug auf Friedrich Kittler, Grammophon - Film - Typewriter, Berlin (Brinkmann & Bose) 1986, 181

- "In only a few seconds it is possible to set up a practical circuit box that would only be schematic symbols in a textbook" = Carlson 1967: 14; wird ein Diagramm aus Schaltzeichen operativ

- Karriere und Abstraktion einer Schaltung: das Trigger-Relay von 1919; fortschreitende Abstraktion der technischen Zeichnung zum Schaltplan

- Titelblatt des Buches von Meinel / Mundhenk, Mathematische Grundlagen der Informatik, Stuttgart / Leipzig (Teubner) xxx: In den Graphen eines Schaltkreises, dessen Elemente aus Begriffen wie "Graphen, Funktionen, Aussagenlogik, Kombinatorik" bestehen, als zentraler Knoten ein Mikrochip eingeblendet, Aufschrift "Mathe inside"

Operative Diagrammatik

- "operativ-zeitliche Diagrammatik" eignet den technischen Medien

- Computerprogramme als operatives Diagramm; *live-Coding*: menschlicher "Operateur" (Begriff Roland Barthes für Mensch hinter Kamera) = performativ. Im Unterschied zum Tanzschritt-Entwurf: Anweisung diagrammatisch, aber Ausführung durch Menschen *immer* fehlerhaft

- Sybille Krämer, Punkt, Strich, Fläche. Von der Schriftlichkeit zur Diagrammatik, in: dies. / Eva Cancik-Kirschbaum / Rainer Totzke (Hg.), Schriftbildlichkeit. Wahrnehmbarkeit, Materialität und Operativität von Notationen, München 2012, 79-100. Darin als Beispiel das Nomogramm der Multiplikationstabelle (89 f.) = Abb. in Depner 2016: 204

= "eine graphische Darstellung, die mit zwischen Skalen gezogenen Hilfslinien ermöglicht, Multiplikationen im Rahmen des Kleinen Einmaleins durchzuführen" <Depner 2016: 203>. Bedarf aber des Zusammenspiels von menschlichem Körper (Auge, Hand, Gehirn) und Papier als Speichermedium, "aus dem sich - als Ergebnis einer 'bewusstlos' ausgeführten, mechanischen Operation, die gleichwohl auf Interpretation angewiesen ist, 'Geist' entfaltet" <Depner 2016: 203, in Paraphrase von Krämer 2012: 90 ff.>. "Auch das Nomogramm ist also ein typisch hybrides Diagramm, das sich in der Praxis erfüllt" = Depner 2016: 203

- Nomogrammen als Analogrechner. Operativ wird ein solches Diagramm im Rechenschieber; *verschiebt* sich die diagrammatische "Vernunft"-Handlung in die Maschine selbst, i. U. zum Peirceschen *diagrammatik reasoning* im Interpretanten Mensch

- Begriff der "korporalisierenden Performativität" = Krämer, Performativität und Medialität, München 2004, 17. Depner 202: "scheint sich in der Operativität des Diagrammatischen einlösen zu können"

- "mechanische Prozedur" (Kurt Gödel); Begriff und Vollzug des RAM als operatives Gedächtnis-Diagramm

- Viktor Pekelis, Kleine Enzyklopädie von der großen Kybernetik, Berlin (Der Kinderbuchverlag) 1977, 217: Schema "Speicherarten einer Rechenmaschine"; zuoberst: "Operativer Speicher" (technisch: Ferritkernspeicher, ikonisch illustriert mit Bleistift und Papier und numerischer Addition), gefolgt von Langzeitspeicher (Magnettrommel / "Notizblock") und "Dauerspeicher" (Magnetbänder / "Telemerker" = Hefter mit Telefonnummern).

- http://algo-visualizer.jasonpark.me/#path=graph_search/dijkstra/shortest_path: Software-Werkzeug zur Visualisierung von Algorithmen/Programmen in ihrem Ablauf, etwa 'Dijkstra-Algorithmus', der die kürzeste Verbindung zwischen zwei beliebigen Knoten in einem Graphen-Netz findet (etwa die BVG, wenn man auf kürzestem Weg von Punkt A nach Punkt B in Berlin gelangen möchte): auf 'Run' klicken: wird der Algorithmus abgearbeitet, Fenster mit dem Graphenproblem; Eclipse-Debugger (Hinweis Stefan Höltgen)

- Hanno Depner, Zur Gestaltung von Philosophie. Eine diagrammatische Kritik, Bielefeld (transcript) 2016; trennt zwischen diskursiven (begriffsorientierten, sprachlichen) und nicht-diskursiven Vollzügen; das epistemische Potential von Diagrammen im Verhältnis zu Schrift und Bild; aber: Turingmaschine

- mit Hilfe eines 3D-Druckers mathematischen Funktionen und Modelle „materialisiert“: <http://www.shapeways.com/shops/henryseg>; gar McLuhans "Tetraden", um endlich Zeitdiagramme als alternative Medienzeit zu schreiben

Mapping

- "Heutzutage setzt sich die Lagerung an die Stelle der Ausdehnung, die die Ortschaften ersetzt hatte. Die Lagerung oder Plazierung wird durch die Nachbarschaftsbeziehungen zwischen Punkten oder Elementen definiert; formal kann man sie als Reihen, Bäume, Gitter beschreiben. Andererseits kennt man die Probleme der Lagerung in der zeitgenössischen Technik: <...> Zirkulation diskreter Elemente mit zufälligem Ausgang (wie etwa <...> die Töne auf einer Telefonleitung), Zuordnung von markierten oder codierten Elementen innerhalb einer Menge, die entweder zufällig verteilt oder univok oder plurivok klassiert ist, usw."³⁷⁷

- *n-dimensionale* Datenwolken: eine vollständige Geometrisierung und Mathematisierung archäologischer Lagen, die buchstäblich bereits jenseits der Stratigraphie und ihrer archäologischen Metaphorik liegt

³⁷⁷ Michel Foucault, Andere Räume, in: zeitmitschrift. ästhetik & politik Nr. 1 (1990), 4-15 (6)

- entstammt *mapping* der Kartographie; von dort in die topologische Mathematik übertragen, jetzt: Remetaphorisierung; "mapping" von der kartographischen Metapher lösen; re-mathematisieren (medienarchäologischer Blick)
- Raumbegriff metaphorisch im mathematischen Feld; cyber"space"; tatsächlich realer Raum auf der Ebene der Hardware, Lokalisierung der Komponenten
- Fraktale "Kurven mit einer gebrochenen Dimension, die den Übergang zwischen geordneten und chaotischen Verhältnissen beschreiben. Chaos stellt sich immer dann ein, wenn die Dinge keine geradlinige, sondern eine dynamische, rückgekoppelte, 'sich selbst steuernde' Entwicklung nehmen."³⁷⁸
- am Rande der theoretischen Ein"sicht": Julia-Mengen; Rand zwischen chaotischen und regulären Zuständen eines Systems; Momente, die das Chaos von der Ordnung trennen
- ergibt sich Topologie eines Netzes aus der Struktur der physikalischen, nicht virtuellen Verbindungen zwischen lokalen Rechnern und Netzknoten bestehen - ob Sternnetz, ob Schleife, ob Baum, ob Masche
- "Im Begriff des Netzes fallen Struktur und Material, Metapher und Medium in eins. Unter 'Netz' verstehen wir Gewebe, soziale Verbände, Kommunikations- und Verkehrsmittel, technische Verschaltungen, Strukturen der Sprache und des Wissens" = Tagung Netzstrukturen. Zur Kulturgeschichte sprachlicher, visueller und technischer Netze, Juli 2004, Humboldt-Universität zu Berlin (Projektgruppe 'Bild-Schrift-Zahl' am Helmholtz-Zentrum für Kulturtechnik); die materiale Realisation technischer Netze von der symbolischen Verwendung des Netzbegriffes differenzieren
- Im Moment, wo etwas als Daten den virtuellen Raum betritt, wird es technologisch transformiert in virtuelle Körper; "virtuell" meint damit: es existiert nur dort intern, ent-koppelt von der "sozialen Welt", es sei denn: hinsichtlich der Frage, wer oder was Zugang zum Datenraum gewinnt.
- Stefan Römer, "Die Kunst der Kartografien und Diagramme", in: Lab. Jahrbuch 2000 ..., Köln (König) 2000, 152-164; Joachim Krause, Informationen auf einen Blick. Zur Geschichte der Diagramme, in: Form + Zweck 16 (1999)
- Topographie als graphische Raumbeschreibung; 3D-Daten formatieren; ergreifen Karten den Raum

³⁷⁸ Jörg Albrecht, An Schottlands unendlicher Küste. Wie es Mathematikern gelingt, den Übergang zwischen Ordnung und Chaos zu beschreiben, in: Die Weltg v. 27. September 1986

- legt Mnemotechnik Daten an Orte ab, um sie möglichst unverändert wieder auszulesen: künstl(er)ische Topographien, gesetzte Karten nicht als Abbild von Räumen, sondern raumgebend, "weil sie <sc. Karten> ein *Modell* der Realität und nicht deren *Abbild* darstellen" = Regula Ehrliholzer, Mapping. Eine abgekartete Sache?, in: J. Huber / M. Heller (Hg.), Konturen des Unentschiedenen, Basel / Frankfurt a. M. 1997, 129-133 (129)

- topologisches Sortieren, "bei der auf der Menge der Elemente keine lineare sondern nur eine partielle Ordnung vorliegt. Ziel <...> ist es, eine halbgeordnete Menge von Elementen <...> so anzuordnen, daß für alle <...> immer <...> folgt." <Schülerduden Informatik, 512>

- Aby Warburg's *Mnemosyne Atlas*; aber: Filmbilder sortieren in der Zeitfolge

- "Möglichkeiten geprüft, in einem geographischen Informationssystem z. B. Klassifikationsprobleme und Lokalisationsprobleme mittels der Fuzzy-Logic-Technik räumlich umzusetzen" <Peyke 1995: 30>

- Hash-Verfahren für Speicherung und Suche; werden die Adressen von Datensätzen aus den zugehörigen Schlüsseln errechnet³⁷⁹, *quasi* die Signatur des Buches in der Bibliothek (Katalog) aus den Buchstaben des Buchinhalts selbst

- Welt nicht ab-, sondern *bilden; imaging*: „Maps construct - not reproduce - the world“³⁸⁰

- "Bild und Schrift schließen sich als Mittel der Dokumentation aus"³⁸¹; nun *bit map*; Karten keine Schrifturkunden: "Die auf der Karte enthaltene Schrift, die Beschriftung, erläutert nur, sie gehört nicht zum Wesen der Karte" - parergonal <Blaschke 1957: 42>

- ersetzt Mapping als dynamischer Begriff starre archivistische Klassifikation

- kartographische Erfäßbarkeit als "mappability" = Jeremy Black, Maps and History. Constructing images of the Past, Yale UP 1997

- Restlosigkeit; frühere "weißen Flecken" auf Landkarten

- "ist das Netz überhaupt ein Raum?" = Gero von Randow, Kartografen des Cyberspace, in: Die Zeit v. 3. Februar 2000, 37

³⁷⁹ Volker Claus / Andreas Schwill, Schülerduden. Die Informatik, Mannheim et al. (Dudenverl.) 1991, 221

³⁸⁰ Denis Wood, The Power of Maps, Guilford Press 1992, zitiert nach: Regula Ehrliholzer, Mapping. Eine abgekartete Sache?, in: Konturen des Unentschiedenen: Interventionen, hg. von Martin Heller u. Jörg Huber, Basel / Ffm (Stroemfeld) 1997, 129-150 (129)

³⁸¹ Karlheinz Blaschke, Zur Theorie archivalischer Kartenbestände, in: Archivmitteilungen 2/1957, 41-45 (42)

- Definition "mapping" = Kartenherstellung, doch Differenz zum mathematischen Begriff: *mapping* = Zuordnung, setting-into-relation

- Barbara Basting, "Das Ende der Kartenwelt. Von Landschaften auf Papier zum 'mapping' auf digitalen Bildflächen", in: Frankfurter Allgemeine Zeitung v. 12. Mai 1999, N5

- *mapping* und Überwachung; Rasterfahndung; GPS zugleich Datenerhebung

- nicht Räume, auch die Ökonomien der Zeit im Netz neu definiert; Chronometer und Navigation: "Nur wer auch auf hoher See die Uhrzeit des Heimatortes genau kannte, konnte die Differenz zur tatsächlichen Uhrzeit bestimmen - und so die Entfernung zur Heimat in östlicher oder westlicher Richtung errechnen" = Alexander Schneider, Navigieren mit dem Zeitmesser, in: FAZ Nr. 259 v. 7. Dezember 2000, B8

Das Diagramm

- macht das Diagramm zeitliche und logische Zusammenhänge anschaulich. "Das Diagramm breitet vor unseren Augen aus, was sprachlich nur mit erheblichem Aufwand als Kette von Feststellungen beschrieben werden könnte" = Ernst H. Gombrich, *Bild und Auge. Neue Studien zur Psychologie der bildlichen Darstellung*, Stuttgart (Klett-Cotta) 1984, 146 [The image and the Eye Oxford 1982]; stattet NASA die beiden Raumsonden Pioneer 10 und 11, die nach ihrem Vorbeiflug am Planeten Jupiter unser Sonnensystem mit unbestimmtem Ziel verlassen, mit einer diagrammatischen Bildbotschaft an potentielle Intelligenz im All aus = ebd., 147, Abb. 128

- Charles S. Peirce: Semiotische Schriften, Bd. 1. Frankfurt a.M. 1986: „Viele Diagramme ähneln im Aussehen ihren Objekten überhaupt nicht. Ihre Ähnlichkeit besteht nur in den Beziehungen ihrer Teile" = MS 595 (1895), Peirce, Sem. Schr. 1, 205

- Fähigkeit eines Diagramms, Relationen zu stiften, an die im Moment der Einschreibung niemand gedacht hat; Funktion eines geometrischen Beweises. Relationen einer Figur werden nach bestimmten Vorschriften konstruiert; werden weitere geometrische Relationen aus der Figur abgeleitet, die vorab nicht explizit gefordert waren; Modell für jede Form des Schlussfolgerns; Verwendung von Diagrammen in Mathematik und Logik. "Alles notwendige Schließen ist diagrammatisch" = Vorlesungen über den Pragmatismus; Papier als materieller Träger eines Diagramms in die "geistige" Operation mit einbezogen; Konzept Turingmaschine; Peirce: „Kommen Sie, Leser, wir wollen ein Diagramm konstruieren, um den allgemeinen Verlauf des Denkens zu veranschaulichen"

- Kalkulieren vs. Diskurs / Sprache: Flusser sieht das kalkulatorische Denken als Funktion des diskreten Alpahepts: "Wenn wir einem Problem

gegenüberstehen <...>, dann versuchen wir nicht mehr, es zu beschreiben, sondern uns davon ein Diagramm zu machen."³⁸²

- Visualisierung des quantenmechanischen Formalismus über zwei- bis dreidimensionale Diagramme der mathematischen Formeln³⁸³

- "diagrammatische Ikonizität" (Peirce, himself practicing cartographer) / Isographie

- Chip-Schaltungen schon "maps"? Flow-Charts der Programmierung auf Seiten der Diagramme

- Aby Warburgs *Mnemosyne-Atlas* ein "Werk"? Serie aus Tafeln (Holzrahmen, mit grobem schwarzen Leinen bespannt), auf denen motivisch Reproduktion von Kunst- und Kulturmotiven zu einem visuellen Atlas mnemischer Energien zusammengefaßt, beständiger Änderung unterworfen; Zusammenhang der jeweiligen Konstellationen nur in Anwesenheit des erklärenden Gelehrten transparent.³⁸⁴ "Atlanten sind wesensmäßig Revisionen unterworfen" <ebd., 365>.

Von der Kartographie zur Geomatik

- im 19. Jahrhundert skizzenhafte kartographische Daten an den Perthes-Verlag in Gotha geliefert, wo sie von Menschenhand (nicht maschinell) in Karten transformiert werden - Anlaß für "heiße" Imagination, für Narrative etwa imperialistischer Art; heute strikt "kalte" Daten, die zu Diagrammen werden - Statistik vs. Bild, der ganze Unterschied von *mapping* und Kartographie; durch GPS beides ineins verschränkt. Keine Transformation mehr (transitiver Übergang von eintreffenden Nachrichten und finalen Karten), sondern eine komplette Transsubstantiation

- handwerklicher Charakter, den Kartographie bislang hatte; Zeichner mit dem zu erstellenden Produkt "verwachsen", höchste Konzentration erforderlich beim Anlegen der einzelnen Zeichenebenen mit Tusche und Ziehfeder (Linien) bzw. Stripfolie für Flächen; Korrekturen mit großem Aufwand verbunden; am Rechner nun die "DEL"-Taste; besteht im

³⁸² *Vilém Flusser, Die Schrift. Hat Schreiben Zukunft?, Göttingen (Immatrix) 1987, 30*

³⁸³ 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)

³⁸⁴ Werner Rappl, MNEMOSYNE: Ein Sturmloch an die Grenze, in: Aby M. Warburg, Bildersammlung zur Geschichte von Sternenglaube und Sternkunde im Hamburger Planetarium, Katalog zu den Ausstellungen *Aby Warburg. Mnemosyne* in Wien (1993) und *Aby Warburg. Bildersammlung zur Geschichte von Sternenglaube und Sternkunde* in Hamburg (1993), hg. v. Uwe Fleckner, Robert Galitz, Claudia Naber u. Herwart Nöldeke, Hamburg (Dölling u. Galitz) 1993, 363-389

Computer erstellte Karte analog zum manuellen Zeichnen und Schreiben aus übereinander geschichteten Ebenen (Layer): Farben übereinander gedruckt, gegeneinander freigestellt (Hinweis Norbert Ernst)

- Bruchstelle Kultur- und Medientechnik; zwischen Handwerk (wofür in Altgriechenland der Begriff *techné* reserviert) und "mathematisierter" (computerisierter) Eingabe und Manipulation (das Hand-Werk der neuen Art); dieser Umbruch auch in der Archäologie: von der klassischen Ausgrabungs- und Spatenwissenschaft (samt Zeichnen) hin zum Navigieren in virtuellen Datenräumen: von der kartographischen *techné* zur Geomatik; händische Vermessung der Erde (eine "Kulturtechnik") durch Geometer; ersetzt durch die vollständige Virtualisierung (Computer)

Abrupte Anfänge der Telegraphie

- Auftritt des telegraphischen Effekts nicht Teil einer evolutionären Kultur- und Technikgeschichte, sondern im medienarchäologischen Sinne abrupt; Florian Sprenger, Medien des Immediaten. Elektrizität. Telegraphie. McLuhan, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2012; unversehens Entdeckung der elektro-magnetischen Induktion durch Oersted / Faraday; scheinbar instantane Elektrizität (Stromschlag) und elektronisches "live"-Signal (tatsächlich leicht verzögert); Differenz zum getakteten, mithin "algorhythmischen" (Miyazaki) Computer, der zwar nicht instantan rechnet und überträgt, aber mit mathematischer Intelligenz (Kompression, mit Shannon über Morse hinaus) die Zeit wettmacht, im Zeitfenster namens "Echtzeit"

- Heinrich Heine: "Welche Veränderungen müssen jetzt eintreten in unsrer Anschauungsweise und in unseren Vorstellungen! Sogar die Elementar-begriffe von Zeit und Raum sind schwankend geworden. Durch die Eisenbahn wird der Raum getötet, und es bleibt uns nur noch die Zeit übrig"; noch menschsinn-zentrierter (phänomenologisch-kognitiver) Ansatz; wird durch Telegraphie unterlaufen

- verwenden Carl Friedrich Gauß / Wilhelm Weber, Göttingen 1833 ursprünglichen physikalischen Versuchsaufbau für erdmagnetische Messungen auch als elektromagnetischen Telegraphen (über Drahtleitung) mit binärem Code; Meßmedien als analytisches Vorspiel zu darstellenden Medien

- Ein (im Sinne von Bertolt Brecht über das Radio) "unbestelltes" Kommunikationsmedium? Heinrich von Stephan: Es gibt genug Telegraphen, doch nicht genug Telegramme.

- sonische Artikulationen der Telegraphie; Popovs elektromagnetischer Blitzmelder: "Indem ich parallel zur Klingel einen Aufzeichnungsmechanismus anbringe, der eine Linie auf einem Papierstreifen, der wiederum durch eine Uhr [...] angetrieben wird, hinterlässt, erhalte ich ein Gerät, welches jede elektrische Welle aus der Atmosphäre, die den Kohärer erreicht, aufzeichnet" = xxx Popov, Die

Verwendung eines Kohärers. Brief an die Redaktion der Zeitschrift „The Electrician“, Ausgabe 1021 vom 10 Dezember 1897, S. 235; Übers.: Wladimir Velminski

Relaisstation Tiflis: Zur Siemensfamilie und der Telegraphenlinie

- meint Archäologie Anfänge (*archai*) und ihre ausdrückliche Benennung (*logoî*)

- Firma Siemens & Halske, Bau des längsten Streckenabschnitts der Indo-European Telegraph Co., Telegraphenlinie von London bis Teheran; bis zum Ende der 70er Jahre des 19. Jahrhunderts fast der gesamte Kaukasus mit Telegraphenlinien vernetzt; "in continual operation until its concession in Persian was terminated in 1931, and the wires abandoned. Siemens' engineering was so substantial that its iron posts each still with three iron-capped insulators were visible on the Caucasian coast and in the Persian desert over a hundred years after they were erected" = Steve Roberts' story of the Indo-European Telegraph Company: History of the Atlantic Cable & Undersea Communications from the first submarine cable of 1850 to the worldwide fiber optic network = <http://atlantic-cable.com/CableCos/Indo-Eur>

- 12. April 1870 telegraphischer Testlauf der sogenannten Siemenslinie London-Kalkutta: 28 Minuten, gegenüber einer bereits existierenden (seit 1865) alternativen Landroute; Konkurrenz direkte Unterwasserkabelverbindung zwischen England und Indien (betrieben von British Indian Submarine Telegraph Company); entscheidend: die Minimierung der "Translationen" als Relaisstellen auf drei = Brief Werner von Siemens an Carl von Siemens, 12. April 1870, zitiert nach: Hans Pieper / Kilian Kuenzi, in 28 Minuten von London nach Kalkutta. Aufsätze zur Telegrafiegeschichte aus der Sammlung Dr. Hans Pieper im Museum für Kommunikation (= Schriftenreihe des Museums für Kommunikation), Bern 2000, 209. Dazu Roland Wenzlhuemer, "Less Than No Time". Zum Verhältnis von Telegrafie und Zeit, in: Geschichte und Gesellschaft 37 (2011), 592-613 (597)

- problematisch für Indo-Europäische Telegraphenlinie London - Kalkutta die zunächst menschlichen Relais zur Verstärkung und Weitersendung der kodierten Signale; im orientalischen Raum diese Verstärker oft der englischen / deutschen / französischen Sprache nur rudimentär kundig, morsten somit eine fehlerhafte Version weiter. E. H. Gombrich in "some Axioms, Musings and Hints on Hearing": "It is the story of the signaller who misheard the urgent message 'Send reinforcements, am going to advance' as 'Send three and four pence, am going to a dance'³⁸⁵; entwickelt

³⁸⁵ Hier zitiert nach: Joe Banks, Rorschach Audio: Ghost Voices and Perceptual Creativity, in: Leonardo Music Journal, Vol. 11 (2001), 77-83 (77) <Quelle = E. H. Gombrich, Art and Illusion, London (Phaidon) 1959 ???>

Siemens & Halske spezielle Verstärkerrelais für Telegraphenleitungen;
strukturelles Verstärkerelement elektronisch die Triode

- Telegraphenverbindung in die Vergangenheit? "Prompt sind denn auch die Klopffeister spritistischer Sé/ancen mit ihren Botschaften aus dem Totenreich der Erfindung des Morsealphabets von 1837 nachgefolgt" = Friedrich Kittler, Grammophon - Film - Typewriter, Berlin (Brinkmann & Bose) 1986, Einleitung, 22 f. - zumindest technisch nicht vorausgegangen (die kulturwissenschaftliche im Unterschied zur medienarchäologischen Lesart, welche den Diskurs der Technik vorgängig sieht)

- „In <sc. Walther> Rathenaus Erzählung *Resurrection Co.* gründet die Friedhofsverwaltung einer Stadt Necropolis, Davota/USA, nachdem 1898 einige Fälle lebendig Begrabener Skandal gemacht haben, als Tochtergesellschaft die `Dacota and Central Resurrection Telephone and Bell Co.` mit <...> dem einzigen Zweck, auch Grabinsassen sicherheitshalber ans öffentliche Telephonnetz anzuschließen.“³⁸⁶ Darunter wählt ein dort begrabener Telephonbeamter ausgerechnet den Morsecode, um eine Kritik an seinem Nachfolger zu artikulieren: Rathenau 1918-1929, Bd. IV, 347 = zitiert nach Kittler 1986, Anm. 35 - in jeder Hinsicht diskrete *Signale aus der Vergangenheit*

- Kabel der indo-europäischen Telegraphenlinie längst durch *wireless* Radiokommunikation ersetzt und damit ins mediale Geisterreich des Unsichtbaren transponiert; Morsecode verschiebt sich auf die Lektüre ihres Archivs; Wissen um diese Vergangenheit wird nicht mit der Unverzögerlichkeit der Telegraphie, sondern nur postalisch, d. h. nachträglich überbracht: im alphabetischen Code der Schrifturkunden, Akten

- führte die internationale Telegraphenleitung mitten durch Tiflis, machte die Stadt damit zur Relaisstation ost-westlicher Kommunikation; mit Telegraphie zugleich Entortung zur Durchgangsstation, zugunsten eines Graphen; Verstärkung durch *repeater regenerator* / Erfrischung der Signale

- Signale aus der Vergangenheit zunächst als archäologische Hardware: "Als die deutsche Wehrmacht im Rußlandkrieg vorübergehend bis in den Kaukasus vorstieß, fanden die Soldaten Reste von eisernen Masten mit der Aufschrift "Siemens Brothers". Das waren die Rudimente der Landtelegrafienlinie London-Kalkutta aus dem Jahr 1870 [...]" = Tetzner 1995

- telegraphische Kommunikationsmedien; verschiebt sich das Verhältnis von Materialität und Code; liegt Technologie in einer materiell kodierten Form vor; Aufgabe der Medienarchäologie in der Entschlüsselung des diesen Objekten zugrunde liegenden Codes

- Freileitung mit je zwei 6-Millimeter-Stahldrahtleitungen auf Porzellan-Isolatoren, welche Großbritannien über Moskau und Odessa, dann Tiflis und Teheran mit Indien verbanden - diegleiche Materie, welche in

³⁸⁶ Kittler 1986, 23

umgekehrter Telephonie auch die Basis der ersten elektro-magnetischen Sprachaufzeichnung, des *Wire Recorder* (patentiert von Valedmar Poulsen, vorgestellt auf der Pariser Weltausstellung von 1900) bildete, mithin: das Gedächtnis der übertragenen Signale, als Kehrwert der flüchtigsten Form von Telekommunikation. Stahldrahtspulen bilden kein Archiv symbolischer Texte, sondern einen Speicher elektrischer Signale - gefrorene Telegraphie

- Archiv als symbolisch kodiertes Gedächtnismedium tradiert auf materiellen Speichermedien fixierte symbolische Information in Form geschriebener oder gedruckter Buchstaben - das Gegenstück zur telegraphischen Übertragung von Buchstaben im Morse-Code; hält der magnetische Signalspeicher fast immaterielle Elektronen in Latenz (Remanenz), die nahezu unverzüglich reaktiviert werden können - durch den gleichen Akt der Induktion, der auch die technische Grundlage von Telegraphie bildet. Keine unmittelbare Lektüre als dekodierende Entzifferung, sondern induktive Abtastung; daraus resultierendes Zeitverhältnis - wie in Samuel Becketts Einakter *Krapp's Last Tape* dramatisiert - ein nicht-historisches, dem elektrischen Kurzschluß auch in temporaler Hinsicht näher denn der geschichtlichen Distanz

- machen Telegraphen- und Eisenbahnlinsen im 19. Jahrhundert Kommunikation und Transport flüchtig; "tötet" (Heinrich Heine) Telekommunikation Zeit über den Raum hinweg - ein *memoryless channel* der Signalübertragung

- Verschränkung von Telegraphen- und Eisenbahnlinsen; symboltechnische Kommunikationsmedien und / oder realer Transport; stehen historische Eisenbahn- und Telegraphenlinie über Tiflis (Siemens) im Verbund - wie Charles Wheatstone seine Telegraphenlinien entlang der britischen Eisenbahn baut

- Bildtelegraphie als Verkehrung von bildlicher Übertragung und Bildgedächtnis

- lassen sich alle archivischen Dokumente im Morsecode übertragen; photogrammetrische Erfassung hält die Rekonstruierbarkeit eines Gebäudes in archivischer Latenz bereit

- Korrelation Stromleitungsmasten / Telegraphenlinie; Stark- / Schwachstrom; Einbettung in telekommunikative Transmission

- late eighteenth century engraving of Strasbourg Cathedral reveals a telegraphic signaling device (a "semaphore") on top of the Strasbourg cathedral octagon; signal transfer replacing discourse in the age of (new) media, Fig.: "Goethe's Strasbourg Cathedral, with added contemporary boutiques and a telegraphic signalling device topping the Octagon", in: Bann 1995: 86

- scheinen sich Telegraphie und Ortsgedächtnis (Archiv) zu widersprechen. Telegraphie steht für die Flüchtigkeit der übertragenen Signale; nach deren Empfang bleibt kein Gedächtnis; stehen Übertragung und

Speicherung als technischer Kanal in einem reziproken Verhältnis; bilden gegenseitigen Kehrwerte, als Orts- respektive Zeitfunktion; signaltechnische Übertragungsmedien, die das Symbolische (Code) im Realen vollziehen

- telegraphische Fernlinie, obgleich sie für Telekommunikation steht, höchst materiell in Ortsgegebenheiten implementiert; zentrale Telegraphenrelais in Kanal selbst integriert, i. U. zur Kulturtechnik gleichen Namens (Pferdewechselstation); Georgien einst Knotenpunkt im System einer sich elektrisch vernetzenden Welt der Morse-Telegraphie. Elektrisch aber heißt noch nicht elektronisch; Verstärkerelement der Elektronenröhre, 1906 durch Robert von Lieben für die Sprachsignalverstärkung in der Telephonverbindung zwischen Wien und Brünn, noch nicht gefunden; sind es die Werner von Siemensschen polarisierten Relais, welche die ankommenden Morsezeichen automatisch umtasteten und so die immer schwächer werdenden Telegraphenströme verstärkt weitersenden³⁸⁷; *repeater regenerator* das Geheimnis gelingender Telekommunikation

- hinterläßt der Flüchtigkeit unverzüglicher Nachrichtenübertragung gegenüber die dahinterstehende Infrastruktur von Telegraphenstationen Monumente, dauerhaft

Telegraphische Signale aus der Vergangenheit

- wird unter Kommunikation gemeinhin der techno-logisch ermöglichte Nachrichtenaustausch über *räumliche* Distanzen hinweg verstanden - derart, daß mit beschleunigter Übertragungsgeschwindigkeit der Eindruck von annähernder Gegenwärtigkeit (wenn nicht Gleichzeitigkeit wie in der drahtlosen *live*-Übertragung) erhalten bleibt

- menschliche Kommunikation im Internet lediglich Sonderfall von Kommunikation; heißt Übertragung im 20. Jahrhundert nur noch metaphorisch das, was sie bis ins späte 19. Jahrhundert einmal meinte: Nachrichtentransport von A nach B

- emanzipiert Telegraphie Nachricht vom Boten; vom Boten zur Botschaft als technische Form (*message* im Sinne McLuhans, nicht ihr semantischer Inhalt); Laufzeit (Kabel) und Form (Kodierung) der Signalübermittlung (Relais) unterscheidet Telegraphie vom Läufer von Marathon; Trennung nicht schlicht technikgeschichtlicher, sondern systematischer Natur. "Der Marathonläufer von 490 v. Chr. wirkt fast wie die Ausnahme", insofern antike Autoren vielfach von Feuerzeichen und anderen Formen der Signalmeldung berichten = Göttert 1998: 102; berichtet Polybius in Buch X seines Hauptwerks von einem optischen Übermittlungsverfahren von Buchstaben, die in einer 5 x 5 Matrix angesiedelt sind und damit das Alphabet bilden: "nichts anderes als das *Wesen unserer heutigen*

³⁸⁷ In diesem Sinne Karl Tetzner, Von London nach Kalkutta ohne Verstärker. Siemens baute 1870 eine Landtelegrafienlinie über 11000 Kilometer, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 146 vom 27. Juni 1995, Seite T 6

Telegraphie" = Wolfgang Riepl, Das Nachrichtenwesen des Altertums. Mit besonderer Rücksicht auf die Römer, Leipzig / Berlin (Teubner) 1913, 93; kein Anachronismus. "In dem uns geläufigen Vorstellungskreise pflegt sich der Begriff der Telegraphie mit dem Begriff der *Elektrizität* zu vermengen, mit dem er *an sich gar nichts zu tun hat*. <...> Das Zeichenalphabet ist für die Telegraphie das Primäre, das Mittel der Übertragung" = Riepl 1913: 94; steht Epistemologie der Telegraphie im Verbund mit der Ahistorizität symbolischer Kommunikation über Zeitdistanzen hinweg - im technischen Sinn *symbolische* Untertunnelung der historischen Distanz

- antikes oder mittelalterliches Botenwesen eine Kulturtechnik, unabdingbar an den menschlichen Körper gebunden; von technischen Medien dann erst plausibel die Rede, wenn der Übermittlungsakt derart technifiziert ist, daß er eine Ereigniskette nach eigenem, vom auslösenden / empfangenden Menschen in der Epoche der Übermittlung losgelösten Recht darstellt

fa-llen um 1900 Rohrpostanlagen nicht unter das Telegraphenrecht: "Der wesentliche Unterschied zwischen beiden Einrichtungen besteht darin, daß der Telegraph die Mittheilung nicht in Natur an den Adressaten gelangen läßt" - wie die alphabetische oder gar *oral history*-Überlieferung", sondern daß er dieselbe in bestimmten Zeichen transportiert [...]" - nämlich kanaleffizient kodiert³⁸⁸

- Unübertragbarkeit von Materie durch Telegraphie & Internet; pneumatisierte Rohrpost übermittelt reale Geldscheine im Banksystem; bedarf es weiter der Spur eines materiellen, nicht nur elektromagnetischen Trägers, solange Geldverkehr noch nicht vollständig digitalisiert und identisch mit binären Signalen selbst wird ("bit-coins")

- Werbung Post: Internet-Handel, doch reale Waren nach wie vor in der realen physikalischen Welt, bedürfen der materiellen Verkehrslogistik

Die telegraphischen Medien der Historie

- anstelle extensiver Transportzeit physikalischer Vehikel tritt die intensive Zeit der Telekommunikation. "Ihr habt keine Geschwindigkeit, ihr seid Geschwindigkeit"; dromologische Diagnose der gegenwärtigen Zeitlage = Paul Virilio, Die Ästhetik des Verschwindens, Berlin (Merve) 1986, 49; erlaubt es Rapid Prototyping, die Sendung tatsächlicher Objekte durch ihre Information zu ersetzen, nämlich durch die gleichursprüngliche Formgebung vor Ort im 3-D-Drucker, im Prinzip eine Turing-Maschine; Grundbedingung für diese Surrogate symbolische Digitalisierung; "Additivism"-Manifest von Morshin Allahyari / Daniel Rourke; abgeleitet aus der additiven Produktion von 3-D-Druckern

³⁸⁸ § 6 in: Otto Dambach, Das Telegraphen-Strafrecht nach der Deutschen Gesetzgebung, Berlin (Schoeß) 1897, 6

- begründet Philipp Hildebrandt, Mitarbeiter am Preußischen Historischen Institut in Rom, die Erklärung für die von ihm diagnostizierte Dekadenz der deutschen Diplomaten in einer medienarchäologisch faßbaren Tatsache: daß klassische Diplomatie durch die moderne Übertragungstechnik überholt wurde; Epoche der Postkutsche, als ein Botschafter in Rom nach einer Anfrage bei seinem Außenminister in Paris einen Monat auf Antwort warten mußte, verlangte nach Persönlichkeiten, die im Notfall ihre eigene Entscheidung treffen konnten, und in Abwesenheit einer Tagespresse im modernen Wortsinn mußte der Botschafter selbst die Aufgabe des Berichterstatters übernehmen³⁸⁹; Annäherung an Echtzeit im diplomatischen Verkehr war zunächst ein Effekt der Eisenbahn: "Zudem erhielt die Diplomatie einen zweiten Schlag durch die Erfindung des Telegraphen; der Botschafter konnte jetzt binnen weniger Stunden Antwort erhalten, und er war jeder Verantwortung entledigt; er brauchte nur noch auszuführen, was ihm befohlen worden war. Das Aufkommen des Flugwesens hat dann im Vergleich zur Eisenbahn z. B. die Entfernung Berlin-Mailand verkehrstechnisch auf die Entfernung Berlin-Dresden zusammenschrumpfen lassen."³⁹⁰

- technisch induzierte Spontaneität; bricht eine neue Zeitlichkeit in die Epoche des Historismus ein. Aktualität wird jenseits des Aktenreiches der Registraturen und Archive virulent; mit der Erfindung des Telegraphen, so Hildebrandt, der Botschafter zu einem Grammophon geworden, der mit mehr oder weniger Geschick wiedergab, was ihm eingetrichtert wurde; infolge der Bindung an die Übermittlungslinie der Zentrale sei bei den diplomatischen Außenposten an die Stelle des politisch Schöpferischen das Mechanische und Administrativ-Bürokratische getreten. Heiner Müllers Gedicht *Mommsens Block* erinnert an die Gründung des kurzlebigen Deutschen Reiches von 1871 im Spiegelsaal von Versailles als "die Nachgeburt einer falschen Depesche", die aus diplomatischen Akten zusammengefätscht wurde, um dann publizistisch und kriegsauslösend zu wirken; kommen mit dem notorischen Telegramm Bismarcks Dimensionen von Sprache ins Spiel, die nichts mehr mit dem zu tun haben, was Sprache im Speichermedium literarischer Szenen ist, sondern vielmehr mit Sprache als Signalfolge im Übertragungskanal; geht es (in) Übertragungsmedien überhaupt nicht mehr primär um sprachliche Semantik.³⁹¹ Hildebrandts Kommunikations- und Medienanalyse der immer schon auf Übertragung angewiesenen diplomatischen Kultur motiviert durch den Ort, von wo aus er schreibt: Rom steht seit dem antiken *imperium* für Nachrichtentechnik als Befehlsfluß, und jedes neue Rom ist ein medientechnisches Imperium *jenseits* der Schrift als Matrix von Geschichte. Die französische

³⁸⁹ Deutsches Historisches Institut Rom, Archiv, Nachlaß Philipp Hildebrandt, Fasc. Nr. 3, Bl. 16. Siehe auch Bernhard Siegert, Vögel, Engel und Gesandte. Alteuropas Übertragungsmedien, in: Horst Wenzel (Hg.), Gespräche - Boten - Briefe, Berlin (Erich Schmidt) 1997, 45-62

³⁹⁰ Hildebrandt a. a. O.

³⁹¹ Friedrich Kittler in der Podiumsdiskussion zu Heiner Müllers Gedicht *Mommsens Block*, in: W. E. (Hg.), Die Unschreibbarkeit von Imperien. Theodor Mommsens Römische Kaisergeschichte und Heiner Müllers Echo, Weimar (Verlag & Datenbank für Geisteswissenschaften) 1995, 72

Nationalversammlung beschloß 1794 nicht nur die allgemeine Alphabetisierung (Volksschulbildung), sondern auch optische Telegraphie für die militärische Kommunikation. Historisches Bewußtsein und ihre archivistische Forschung weitgehend fixiert auf Schrift als Medium und Gedächtnis von Geschichte; technische Medien zeitigen neue Ereignistypen. "Alle Revolutionen sind technische Revolutionen"³⁹²; verschwindet die klassische historische Zeit in Medienzeit, im telerevolutionären Effekt der Unmittelbarkeit des Geschehens

Die telegraphische (Kommunikations-)Situation

- entspricht dem forschenden Blick der Naturforschung in den Geisteswissenschaften die Quellenkritik, etwa in der Epigraphie; zählt zunächst das Signal, nicht erst die Information; Kunst einer zunächst nicht historisch-hermeneutischen Signalanalyse, auch verlässliche Überlieferung, also Lücken und fehlerhafte Stellen an Inschriften als potentielle Information zu fassen

- versetzt sich der Historiker in die Situation der Telegraphie; setzen sich auch Archäologen an die Stelle der Empfänger von *Signalen aus der Vergangenheit* setzen, ist damit epistemologisch das Modell der Telegraphie als Symbolübertragung über emphatische Zeitdistanzen hinweg aufgerufen.

"Eine zentrale Problematik eines solchen Ansatzes liegt allerdings darin, daß die meisten materiellen Reste, die von Archäologen und Archäologinnen ausgegraben werden, nicht - zumindest nicht primär - in kommunikativer Absicht geschaffen wurden."³⁹³

- Samuel Morse handschriftlich über die Transkription des ersten interurbanen Telegramms von Washington nach Baltimore am 24. Mai 1844: "This sentence was written from Washington by me at the Baltimore Terminus at 8.h 45 (A. M.) min. on Friday May 24.th 1844, being the first (ever) transmitted from Wahsinton to Baltimore, (by Telegraph) and was indited by my much loved friend Annie G. Ellsworth, Sam. F. B. Morse, Superintendent of Elec. mag. Telegraph." Kommentiert Bernhard Siegert das scheinbare Paradox, daß der deklarierte Sender hier auch der Empfänger ist (tatsächlich eine Rück-Sendung): "Geschichte erscheint in der Kopräsenz von Dokument und Historiographie, die Lücke zwischen den

³⁹² Vilém Flusser, in: Vilém Flussers Fluß. Ein Film von Michael Bielicky, Deutschland 1993. Siehe auch Wolfgang Ernst, Euro(re)vision. Medien, Revolution, Historie, in: Weimarer Beiträge. Zeitschrift für Literaturwissenschaft, Ästhetik und Kulturwissenschaften (Wien: Passagen), 40. Jg., 1/1994, 15-28

³⁹³ **Exposé zur Fachtagung Spuren und Botschaften. Interpretationen materieller Kultur**, Institut für Ur- und Frühgeschichte und Archäologie des Mittelalters, Eberhard Karls Universität Tübingen, 2. - 4. Juni 2000

res gestae und den *res narratae* scheint geschlossen"³⁹⁴; Schabowskis "sofort" in unverzüglicher *live*-Übertragung am 9. November 1989, den Sturm auf die Berliner Mauer auslösend

- interessiert Benutzer eines Übertragungssystems "nicht das Sendesignal, sondern die gesendete Nachricht. <...> Es ist <...> deshalb möglich, weil das Empfangssignal von dem Sendesignal und dieses wiederum von der Nachricht abhängt"³⁹⁵; verbindet selbst das kodierte Signal mit der Nachrichtenquelle noch eine indexikalische Spur. "Da jedoch das Sendesignal im Kanal in unbekannter Weise verzerrt ist, muß in der Antwort des Empfängers auf die Frage, was für eine Nachricht gesendet wurde, <...> ein Element der Willkürlichkeit stecken"³⁹⁶; streng mathematische Behandlung dieser mittleren Wahrscheinlichkeit (Entropiemaß) leistet Shannons *Mathematical Theory of Communication* (1948)

Medienkommunikation vom Kanal her gedacht: Übertragen und Speichern

- trennt nachrichten- und überlieferungstechnisch definierte Medienwissenschaft zwischen kommunikativem Inhalt und infrastruktureller Botschaft materieller Medien; verschiebt sich anthropozentrischer Begriff von Nachrichtenübertragung vom Boten hin zur Botschaft; wird aus "Evangelium" wird das angelische Ereignis selbst; Technik des Übermittlungskanals strukturiert die zu übertragende Nachricht von Anfang an; medienarchäologisches Momentum der Kommunikation in der kanalgerechten Kodierung; telegraphische Code und in zugespitzter Form der binäre Code; für Kulturtechniken und Technologien kultureller Tradition jenseits der Frage, wie Kommunikationsmedien in der historischen Zeit sind, These der symboltechnischen Strukturierung "historischer" Überlieferung selbst

- von technischen Medien dann erst plausibel die Rede, wenn der eigentliche Übermittlungsakt derart technifiziert, daß er eine Ereigniskette nach eigenem, vom Menschen ganz und gar losgelösten Recht darstellt; Entkopplung des Informationsflusses vom materiellen Transport

- nicht nur im mikrozeitlichen, mithin zeitkritischen Sinne telegraphisches Modell. "Telegrafie und Zeit sind auf den unterschiedlichsten Ebenen eng miteinander verwoben - und zwar über die Tatsache hinaus, dass Kommunikation (und damit auch das Versenden und Empfangen von Telegrammen) als Prozess in Raum und Zeit stattfindet."³⁹⁷

³⁹⁴ Bernhard Siegert, xxx, in: Ana Ofak / Philipp von Hilgers (Hg.) 2010: 164

³⁹⁵ Jerzy Seidler, Optimierung informationsübertragender Systeme, Bd. 1: Grundlagen der statistischen Optimierung, Berlin (VEB Verlag Technik) 1967, 64

³⁹⁶ Seidler 1967: 64

³⁹⁷ Wenzlhuemer 2011: 610

- rückt der nachrichtentechnische Kern des Medienbegriffs in den Vordergrund, der nicht direkt das kommunikative Verhältnis Sender-Empfänger betrifft, sondern das Dazwischenliegende: den Übertragungskanal mit seinen Prozessen der Übermittlung (Relais), Verrauschung und Kanalkodierung; Kommunikation über die Zeit hinweg; hier ist das Medium (der Kanal) ein Speicher als Kehrwert der raumgreifenden Übertragung; nachrichtentheoretische Definition in Claude Shannons *Mathematical Theory of Communication*, der es ausdrücklich nicht um semantische Fragen der intersubjektiven oder kulturellen Verständigung geht, sondern um die statistische Wahrscheinlichkeit der gelingenden Signalübertragung als solcher; kultursemiotischer Kommunikationsbegriff von übertragungstechnischem Begriff längst unterlaufen

- Informationstheorie zunächst eine mathematisch-ingenieurstechnische Lehre von der meßbaren Nachricht; Jürgen Trabant, *Zeichen des Menschen. Elemente der Semiotik*, Frankfurt/M. (Fischer TB) 1989, 69; Kommunikationsbegriff nicht auf den zwischenmenschlichen Fall reduziert, gilt auch für Kommunikation zwischen Maschine und Mensch und künstliche Kanäle, in denen nicht der Mensch unmittelbarer Kommunikationsempfänger ist, sondern Speichermedien wie etwa Papyrus oder Schallplatte; wird in symbolisch geprägten materiellen Speichern die Zeit selbst zum Übertragungskanal

- nimmt nachrichtentechnisches Modell nicht nur menschliche Sender und Empfänger in den Blick, sondern versteht unter Kommunikation ein komplexes System im Sinne des elementaren Diagramms von Shannon; nicht Semantik hier im Vordergrund, sondern das physikalische und symbolisch kodierte Ereignis der Nachrichtenübertragung selbst - das Signal zwischen Mitteilung und Rauschen; bedarf es der stofflich-energetischen Träger für Kodierung, Übertragung und Speicherung. "In diesem elementaren Sinne sind Signale materielle Zeichenträger"³⁹⁸; konvergieren in medientechnischen Prozessen Zeichen und Signal, etwa phonographische Stimm- und Klangaufzeichnung³⁹⁹; beschreibt Umberto Eco die untere Schwelle, wo eine nachrichtentechnische Signalanalyse in Semiotik als Untersuchung kultureller Kommunikation übergeht - mithin das Signal zum Zeichen wird, weil es die physikalische Form transzendiert.⁴⁰⁰ Archäologie zeichnet die Nähe zur Materialität der Signals aus. Roman Jakobson weitete Ansatz der strukturalen Linguistik auf die Analyse grundsätzlich aller quasi-sprachlichen Systeme der Kultur aus.⁴⁰¹ Im Bestreben einer Philologie im (und für das) Informationszeitalter übernahm Jakobson die zu ingenieurstechnischen Zwecken, ausdrücklich *nicht* auf Bedeutungsvorgänge zielende Nachrichtentheorie⁴⁰²; unter

³⁹⁸ Michael Franz, *Von Gorgias bis Lukrez*, xxx, 53

³⁹⁹ Dazu Siegert 2003, 256 ff.

⁴⁰⁰ Umberto Eco, *Einführung in die Semiotik*, München (UTB / Fink) 1991, 28-31

⁴⁰¹ Roman Jakobson, *Fundamentals of Linguistics*, 1956

⁴⁰² Dazu Slava Gerovitch, Roman Jakobson und die Kybernetisierung der Linguistik in der Sowjetunion, in: Michael

technischer Kommunikation nicht allein ein Mensch-zu-Mensch-Verhältnis verstehen, sondern vor allem den Speicher- und Übertragungsprozeß dazwischen samt der dort stattfindenden Signalereignisse

Morse und Code

- "Ein Minimum in Umfang und Zahl der Zeichen" erzielt ein "Maximum in der Energie der Zeichen", bewertet Nietzsche die Verse von Horaz⁴⁰³

- liegt in der telegraphischen Rhythmisierung des Alphabets eine (nicht-harmonische) Musikalität

Relais und Verstärkung

- "Zur Abkürzung der *räumlichen Entfernung* gibt es nur ein praktisch brauchbares Mittel, das *Relaissystem*" <Riepl 1913: 95>; Korrelat dazu für die Zeitüberbrückung Speicher und Archiv; liegt Unterschied in der Länge des unterbrechenden / "umtastenden" Intervalls: kurze Pufferung in der Übertragung, Langzeitspeicherung im Archiv

- "This is in sharp distinction to the case of telephony where there are neither simple numerical relations between the various time intervals, nor a finite number of possible current values"⁴⁰⁴; war es anhand eines diskreten Nachrichtensystems, daß sich die mathematische Theorie der Kommunikation entwickelte. Telegraphie ist nicht im historischen, sondern medienarchäologischen Sinne das *Vorspiel* (eher denn: die Vorgeschichte) der digitalen Informationstechnik; zielt *Medientheorie* der telegraphischen Übermittlung nicht auf die Inhalte, sondern Methoden "for determining the distortion of telegraph signals"⁴⁰⁵; das fortwährende Drama materieller wie kodierter Überlieferung im kulturkommunikativen Sinn: "The transmission medium may alter the magnitude and phase of the sinusoidal components."⁴⁰⁶

- kritisch nicht der semantische Inhalt der Kommunikation sondern "the lack of a precise formulation of what is meant by transmitting intelligence. <...> We may then lay down as a criterion for a telegraph system's ability

Hagner / Erich Hörl (Hg.), Die Transformation des Humanen. Beiträge zur Kulturgeschichte der Kybernetik, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2008, 229-274

⁴⁰³ Zitiert nach F. A. Kittler, Im Telegrammstil, in: Gumbrecht / Pfeiffer (Hg.), Stil. Geschichten und Funktionen eines kulturwissenschaftlichen Diskurselements, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1986, 363

⁴⁰⁴ Nyquist 1928: 618

⁴⁰⁵ H. Nyquist, Certain Topics in Telegraph Transmission Theory, in: Transactions of the American Institute of Electrical Engineers, Bd. 2, Heft 2, April 1928, 617-644 ("Synopsis", 617

⁴⁰⁶ Nyquist 1928: 620

to transmit intelligence, that is should be possible to shape the sent signals so as to make the received wave non-distorting" <644>

- Stück Atlantikkabel genuin medienarchäologische Reliquie
- drahtlose Telegraphie nicht wirklich "wireless"; Sende- und Empfangsantenne stellt bereits Leitungen dar - das andere Extrem, nicht die absolute Differenz zur drahtgebundenen Übertragung
- Kommunikation der Fox-Geschwister mit "Klopfgeistern" in Hydesville 1848 als früher Form des Turing-Tests *avant la lettre*; Mensch als durch Sprache definiertes Wesen vorweg im Zustand symbolischer Maschine; Anpassung an jeweils technische Eskalation kodierter Kommunikation (Telegraphie)
- holt das phonetische Alphabet die Musikalität der oralen Poesie symbolisch (explizite Vokalzeichen) in die schriftliche Fixierung; entwickelt sich telephonische Übertragung / phonographische Speicherung (Edison, Embossy Telegraph) aus dem Geist der diskreten Telegraphie
- post-telegraphisches "Twittern"; Sonifikation des twitter-Grundrauschens im Projekt *#tweetscapes*; werden vertraute Klänge aus der klassischen Kommunikationswelt genutzt: Schreibmaschinentasten, Morsezeichen, das Klicken von elektromagnetischen Relais; anders als Tonüberlagerung in Kirchenglockengeläut: gleichmäßig getaktete Abstände; diegleichen Glocken zur Zeitanzeige)

Der Morse-Code

- Funkentelegraphie; Weltfunkkonferenz Berlin legt 1906 Seenotzeichen "SOS" fest; Ausstrahlung www.dradio.de, 3. Oktober 2006; Not"ruf" SOS kein Ruf, sondern Signal, reine Funken (medienarchäologisch *vor* Radio als NF-Übertragung von Sprache und Musik). Gewählt, weil als Signalfolge einprägsam in den Längen und Kürzen des Morsesignals; *nicht* ein akronym für "save our souls", also unsemantisch, sondern signalhaft. Ursprünglich "SOE" geplant, Morsesignal für "E" verklingt zu schnell - zeitkritische akustische Ökonomie
- setzt Marconi-Company Maßgabe für Notrufsignal, daß es nur mit Marconi-Empfängern auf Schiffen zu empfangen ist; demgegenüber dann Deutschland u.a . (Ursprung "Telefunken" als Alternative, vom Kaiser verfügte Kooperation von AEG und Siemens)
- 1875 Baudot Zeitmultiplex-Einrichtung mehrfache Ausnutzung Telephonlinien; Code mit fünf gleichartigen Zeichen, erlaubt 7200 Wörter/Stunde (Hughes-Apparat: 1200 Wörter); abgeleitet davon Übertragungsgeschwindigkeit Bits/Sek. ("Baud") im Internet
- Hughes-Telegraph; Anschluß Siemens & Halske; Buchstabenübertragung in Klarschrift; Typendrucker David E. Hughes: übertragene Wörter im

Klartext wiedergegeben (ab 1855); Typenrad dreht sich während Druckgang weiter, steigert Geschwindigkeit

- *arché* Michael Faraday 1831: elektromagnetische Induktion; 1837 Relais (Johann Wagner); von Morse 1841 entwickeltes Alphabet: Folge langer/kurzer Stromimpulse; Telegraphenalphabet namens "Morse-Alphabet" tatsächlich von Veil entwickelt

- Wheatstone 1837 Zeigertelegraph: Buchstaben direkt auslesen; verwendet Wheatstone zum Senden vorgestanzte Lochstreifen (1867)

- elektrochemischer Telegraph Samuel Thomas von Soemmering 1811; Regierungsauftrag zur Erstellung eines optischen Telegraphen, von Sommering umgedacht; jedem Buchstaben eine Elektrode zugeordnet; Anzeige durch aufsteigende Gasbläschen (Elektrolyse), zeigen übertragenen Buchstaben elektrochemisch an; Voltasche Säule (Batterie) als Stromzufuhr; Korn's Parallel-Fernsehen ca. 1930

- kleinste Einheiten "Dit"; auch Pausen zählen (drei Längen: kurze, mittlere, lange Pause); plus zwei Zeichen (kurz / lang) , also insgesamt fünf. digital (aber nicht "binär"); Spatium also Charakter

- medienepistemologische Hypothese: "mediumistische" Deutung der Telegraphie erst vor Hintergrund der Denkmöglichkeit eines solchen Codes

- Morse-Apparat: durch Drücken wird Stromkreis geschlossen, Signal fließt; Anekdote Morse, Überfahrt Amerika: unterhält sich mit Schiffselektriker; kannte aus Europa optischen Telegraphen (Chappe)

- Morsen zeitkritisch; Zeit wird zur Informations; lange / kurze Zeichen; auch auf Ebene des Aufschreibebandes: durch Uhrwerk gleichmäßig weitertransportiert, sonst wäre Code (lang / kurz) wertlos

- Zeigertelegraph Siemens / Halske: folgten Signale so schnell aufeinander, daß Gefahr linearer Verzerrungen besteht; daher Kombinationen auf fünfer-Alphabet so gewählt, daß statistisches Risiko bei besonders häufig vorkommenden Buchstaben gering; Anordnung Buchstaben auf Malling Hansen Schreibkugel; mechanische Begründung der QUERTY-Belegung der Schreibmaschinentastatur. "Ein solches Vorgehen nennen wir heute *Kanalkodierung*."⁴⁰⁷

- http://en.wikipedia.org/wiki/Morse_code; Mechanisierung von Code-Typen Morse, gegen menschliche Fehlerhaftigkeit in der Symboleingabe (Vail)

- Mehrfachnutzung Leitungen; Medienökonomie auf nachrichtentechnischer Ebene, später Shannons Kalkül (Kanalkodierung);

⁴⁰⁷ Volker Aschoff, Aus der Geschichte der Telegraphen-Codes, in: Rheinisch-Westfälische Akademie der Wissenschaften: Vorträge N 297, Opladen (Westdt. Verlag) 1981, 7-35 (32)

Frequenzmultiplex (analog); Zeitmultiplex (digital) zeitlich verschaltete Signale

Telegraphie und Informationstheorie

- "intelligentes Stromnetz"; nicht mehr Stromzähler liefert Daten des Stromverbrauchs; Strom in Leitung selbst wird zum Datum; dezentrale Formen der Erfassung von Energieverbrauch: feingliederige Meßstationen ("vernetzt")

- beschränkt sich Shannons Informationstheorie und Entropiebegriff zunächst auf diskrete Zeichen- respektive Signalfolgen

- regt Boltzmann an, die Prinzipien der statistischen Mechanik auch auf die menschliche Gesellschaft (mit Entropie und Information als Geschichte) zu übertragen; Frank Haase, Stern und Netz. Anmerkungen zur Geschichte der Telegraphie im 19. Jahrhundert, in: Hörisch / Wetzels (Hg.), *Armaturen der Sinne. Literatur und technische Medien 1870 bis 1920*, München (Fink) 1990, 43-61 (54 ff.); kann gemäß 2. Hauptsatz der Thermodynamik für ein geschlossenes System von Körpern "immer der Sinn angegeben werden <...>, in dem jede Zustandsänderung sich abspielt. [...] Es folgt aus diesem Satze, daß jedes abgeschlossene System von Körpern endlich einem bestimmten Endzustande zustreben muß, für welchen die Entropie ein Maximum ist. [...] daß die gesamte Welt einem Endzustande zueilen muß, wo alles Geschehen aufhört [...]" = Ludwig Boltzmann, *Über statistische Mechanik* [1904], in: *Populäre Schriften*, Braunschweig / Wiesbaden 1979, 220 f. "Das Höchstmaß an Unwissenheit steht proportional zum Logarithmus der Wahrscheinlichkeit, daß die bestehenden Verhältnisse geordnet bleiben" = Haase 1990: 59

- Licht als Medium *und* Botschaft; Teleportation der Information der Qualität eines Lichtmoments auf ein Teilchen Materie; bislang getrennt: optische Leiter (Glasfaser) für die *Übertragung* von Signalen

- Kleinwächter, ehemals DDR-Gesandter in der World Communication Order-Kommission der UNESCO: Vernachlässigung der Ware "Information" im marxistischen Modell INFORMATION IS INFORMATION, NOT MATTER OR ENERGY. NO MATERIALISM WHICH DOES NOT ADMIT THIS CAN SURVIVE AT THE PRESENT DAY = Norbert Wiener, zugleich eine Kritik der materialistischen Wirtschaftstheorie; als kodierte Signalfolge wird aus Licht Information, versinnbildlicht die Differenz von Energie und Information

- lassen sich Morsezeichen der zeilenförmigen Logik des gedruckten Textes anpassen, platzsparend, horizontal aufgereiht und durch große Zwischenräume getrennt; typographischer / telegraphischer Kalkül (Setzkasten, Shannon, Buchstabenstatistik)

- leuchtet Semantik auf: "Die Lichtstrahlen, die mein Auge treffen, sind nur Boten vom Ding, sind Zeichen für das Ding" = Fritz Heider, Aufsatz "Ding und Medium" von 1926, Wiederabdruck in: Pias et al. (Hg.) 1999: 319-333

(329); anders elektronische Kathodenstrahlen (TV), modulierte Signalvariante. "Nur insofern Mediumvorgänge an etwas Wichtiges gekettet sind, haben sie Wichtigkeit, für sich selbst sind sie meist `Nichts´. <...> Lichtstrahlen haben im Großdinglichen keine zugeordneten Folgen, und Ausnahmen" - wie z. B. das Radiometer - "verblüffen die Menschen" (Heider) = Heider 1926 / 1999: 329 f.

- ist auch der Buchstabe "A" in einem Text schon eine Information, weil er nicht primär als Materie- oder Energiezustand wirkt. An ihm haften zwar noch Reste der Materialität (Tinte, Papier) und der Energie (Schrifttakt / Druck), doch liegen die Werte dieser Reste bereits unterhalb jener Schwelle, die Einfluß auf den Informationsgehalt hätte. Ob handschriftlich so oder anders notiert, ob in dieser oder jener Type gedruckt: der Leser erkennt den Buchstaben "A" in erster Linie als phonetischen Informationsgehalt; "space of non-reality" (frei nach Norbert Wiener)

- "Die Botschaft des elektrischen Lichts ist die pure Information seiner Strahlung; die Botschaft einer Nachricht ist die unmenschliche Geschwindigkeit ihrer Übermittlung."⁴⁰⁸

- Glühbirne; elektrisches ein „Medium ohne Botschaft“ (McLuhan), wird aber als Signal zum Überträger einer solchen; angekoppelte Computerinstallation; Serie von acht Glühbirnen sendet ein Byte (stroboskopische Lichtsignalgeschwindigkeit, die Energie in Information wandelt); Filmsequenz Jörn Hintzer, *Sonne über Leverkusen*

- Glühbirne 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“ = Wilhelm H. Westphal, *Die Relativitätstheorie*, Stuttgart (Kosmos) 1955, 31

- "Nun kann aber auch das Sagen als Zeigen so vorgestellt und vollzogen werden, daß Zeigen nur heißt: Zeichen geben. Das Zeichen wird dann zur Meldung und zur Nachricht über etwas, was sich selbst nicht zeigt. Ein erklingender Ton, ein aufblitzendes Licht sind für sich genommen keine Zeichen. Sie werden erst zu solchen hergestellt und bestellt, wenn zuvor verabredet, d. h. gesagt ist, was sie jeweils bedeuten sollen" = Martin Heidegger, *Überlieferte Sprache und technische Sprache* [*Vortrag 1962], St. Gallen (Erker) 1989, 23 - Code, Alphabet, Informationstheorie (Shannon)

- auch die auf der Trägerwelle aufmodulierte Frequenz von Radio und

⁴⁰⁸ Norbert Bolz, Kann sich die Informationsgesellschaft eine Ethik leisten?, in: *Universitas. Zeitschrift für interdisziplinäre Wissenschaft*, 5/1993, 421-429 (427)

Fernsehen eine "Information"? findet sie in demgleichen Medium elektromagnetischer Wellen statt wie das, worauf sie moduliert werden

- "Denken wir an die Morsezeichen, die auf Punkt und Strich, deren Anzahl und Anordnung beschränkt und dabei den Lautgebilden der Sprachlaute zugeordnet sind. Das einzelne Zeichen kann je nur eine von zwei Gestalten, Punkt oder Strich, haben. Hier vollzieht die rückführung der Zeichenfolge auf eine solche von Ja-Nein-Entscheidungen, zu deren Herstellung Maschinen bestellt werden, deren Stromfolgen und Stromstöße das Schema der abstrakten Zeichengebung ausführen und die entsprechenden Meldungen liefern. <...>. Der einzige Charakter der Sprache, der in der Inforamtion übrig bleibt, ist die abstrakte Form der Schrift, die auf die Form eines Logikkalküls umgeschrieben wird. <...> Auf den technisch-rechnerischen Prinzipien dieser Umformung der Sprache als Sagen zur Sprache als bloß zeichengebender Meldung beruhen der Bau und die Leistung der Großrechenanlagen" = Heidegger 1962 / 1989: 24

- praktiziert Morsecode bereits die binäre Operation des Computers, aber nicht algorithmisch rückgekoppelt, nicht programmiert. Erst als kodierte Signalfolge wird aus Licht Information, wie es Aischylos in seiner Orestie als Übertragung der Nachricht vom Untergang Trojas beschrieben hat: durch Feuersignale, „der Fackel Zeichenpost“ (lampádos to symbolon heißt es im Agamemnon-Teil der *Orestie*). Die Gattin des griechischen Heerführers vor Troia, Klytaimnestra, hat die Einrichtung dieses Nachrichtensystems veranlaßt, um sich schnellstmöglich über den Fall der feindlichen Stadt informieren zu können. Nach zehn Jahren kommt dieses Signal, indexikalisch entzündet vom Brand Trojas selbst, und dekodiert vom Wächter der finalen Relaisstation in Mykene: "Ilions Burg / erobert, wie des Brandes Botschaft (phryktos angéllon) klar erweist! / <...> Da dreimal sechs mir warf des Feuerzeichens Licht" = Aischylos, Agamemnon 29-33; bedarf es einer Zuordnungsvorschrift, um einen umfangreichen Zeichenvorrat in einem anderen, knapperen abbilden zu können - im Sinne des Morsealphabets, das Zeit selbst zum kritischen Parameter von Information macht, ein striktes "one dot/time"; bilden langdauernde Lichtzeichen im Wechsel mit kurzen einen (um Leerstellen erweiterten) Binärcode

- Nachrichtentechnik, die sich "mit Strömen jeder beliebigen Stromstärke" beschäftigt = Norbert Wiener, Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung im Lebewesen und in der Maschine, Düsseldorf u. a. (Econ) 1992, 75; "was sie <sc. Nachrichtentechnik> von der Starkstromtechnik unterscheidet, ist, daß ihr Hauptinteresse nicht die Wirtschaftlichkeit von Energieproblemen, sondern die genaue Reproduktion eines Signals ist" <ebd.>; beginnt diese Nachrichtentechnik nach dem Fehlschlag des ersten Transatlantikkabels Mitte des 19. Jh.

Briefkasten / Netzanschluß

- Metapher vom Menschen als Fortsatz des Steckers, bei Georg Simmel und Walter Benjamin. Bart Verschaffel zufolge begann der virtuelle Raum

mit der Erfindung des Briefkastens. Er ist "das erste Objekt im Raum, bei dem die Form eigentlich keine Rolle mehr spielt. Der Schlitz des Briefkastens ist die prae-historische Variante des Steckers. Die oeffentlichen Terminals bilden die Schnittstellen zwischen den wirklichen und virtuellen Staedten, die Interfaces zwischen den zwei Vorstellungen von 'cyberspace' und 'oeffentlichem Raum'" = Geert Lovink (unter Bezug auf Bart Verschaffel), Über den Aufbau einer virtuellen Öffentlichkeit. Die Digitale Stadt Amsterdam, in: Katalog Ars Electronica, Linz 1995; www.thing.Desk.nl/bilwet/Geert/Aufsaeetze/dds.txt

- "[...] wir selbst sind Bildschirme geworden und das Verhältnis zueinander ist das von Bildschirmen geworden" = Jean Baudrillard, in: ars electronica Linz (Hg.), Philosophien der neuen Technologie, Berlin (Merve) 1989

Vorläufer (Rohr-)Post

- Art der pneumatischen Beförderung für zylindrische Behälter, in denen Kleinteile (Schriftstücke, Akten, Medikamente u.ä.) in einem Rohrpostnetz zwischen Sender- und Empfangsstationen transportiert werden. Die Rohrpostbüchsen werden an den Sendestellen mit einer Zieladresse versehen und an der Empfangsstation automatisch ausgeschleust." (dtv/Brockhaus)

- Werbevideo Die Post: werden nicht nur Informationen, auch Waren transportiert (Logistik)

Vorläufer Radio

- basic organization of the radio communicating system in the Army: net, consists of two or more radio stations located at the headquarters of the units which they serve = Talley, The Army's Amateur, in: Radio News 12 (April 1931), 892- 894, 925 u. 931 (894), analog zu Providern / Servern im Internet heute. Im Unterschied zum Internet allerdings ist dieses Netz ("built up of a series of nets starting with the Army amateur net control station" und infrastrukturell durch "inter-linking" charakterisiert) hierarchisch strukturiert: "In military work, there is a "chain of command" over which all orders pass from the highest commanding officer or office to the lowest subordinate. It is most essential that this "chain" be maintained and all correspondence and messages follow the established routine <...>. Therefore, subordinate stations in a net only communicate with each other or the net control station, but never with other stations which are in different nets. However, <...> while it is true that the message could be handled quicker by sending it direct from the originating station to the station at the place of destination, nevertheless, for the speedy dissemination <sic> of information and especially in emergencies, the net organization proves its worth" = ebd.

- bedurfte der sowjetischen Interkontinentalraketenbedrohung, um das US-

Militär zu einem Umdenken in Richtung dezentraler Kommunikationswege zu zwingen

"Geburt" versus Archäologie des Internet

- heuert ARPA 1961 Psychologen J. C. R. Licklider an, bereits Erfahrung mit Projekten des Verteidigungsministeriums hatte - etwa als Mitarbeiter im Psycho-Akustik Labor der Harvard University. 1950 arbeitet er am MIT im Psychology Department. Zunächst Arbeit an (Artikel) "Man-Computer Symbiosis" (1960); klingt die Erweiterung zu einem Netz solcher Stationen an. 1962 kann er bei ARPA dieses Programm am Command and Control Research Office - Episteme der Kybernetik - weiterführen und es in Information Processing Techniques Office (IPTO) umbenennen (dort u. a. kollaborativ auch Douglas Engelbart und Marvin Minsky vom MIT) - eine Camouflage. Zunächst möchte Licklider nur ein Intranet dieses Forscherverbunds. Damit wird die Frage von Mensch-Maschine-Interaktivität gekoppelt an das von "time sharing" - zeitkritisch also, und somit nicht mehr eine simple Büro- oder Schreibtischmetapher (CTSS wird entwickelt = Compatible Time-Sharing System - ein besserer Begriff als die "Netz"-Metapher, in der das zeitkritische Element zu kurz kommt); u. a. elektronisches Mail-System

- werden "Netze" in diesem Begriff vom Bild her gedacht, als graphische Verweisungsstruktur; angesichts der zeitkritischen Realität von Internet vielmehr von der Zeit her analysieren

- Lickliders Nachfolger am IPTO zunächst Ivan Sutherland, dann Robert Tylor. Dieser heuert Lawrence Roberts an für ein Network Project; daraus resultiert dann ARPANET. Roberts präsentiert 1967 einen Plan, Computer mit "dial-up telephone lines" zu verbinden; ein entsprechendes Programm in jedem Computer sorgt für eine "message switching and transmission function" = 78

- Jack Carne von RAND schlägt 1958 ein System vor, worin in Kommunikationskanälen jede Botschaft senderseitig einen *time-stamp* trägt; 1959 entwickelt Gunnar Svala von der North Electric Company ein System wo "high-speed signaling information is flooded through the entire network. When the end-party responds". "One feature of this network is that it allows a user to move across the country and take his telephone number with him": Adressen nicht mehr ortsgebunden, sondern "non-located" *online* (Knowbotic Research)

- Baran kritisiert Network im Stil von "spider-webs", denn "without adequate usable interconnection possible between the warp and the woof. Such networks fall apart under simulated attack"

- bei Bush 1945 die Rede von "some intricate web of trails carried by the cells of the brain"; das reale Internet ist eine Materialisierung dessen

- resultiert aus Lektüre solcher Berichte für Roberts die Vorstellung "how to route packets". Seitdem entwickelt das Internet mit Browsern und Suchmaschinen eine Art interne Metapher des Netzes, unter symbolischen Namen wie Internet Explorer oder Netscape Navigator. Wieder eine Raummetapher, welche die topologische Struktur des Netzes überspielt

- 21. Jahrhundert setzt sich mit Topologien auseinander: Mathematik, Vektorisierung des Raums, gebunden an die Materialität von Kabeln, Synapsen, Schaltkreisen, Prozessoren

- Seit wann heißt eine Schaltung von Leitungen buchstäblich "Netz / net"? Begriff des "node" / Knoten = O'Neill 1995: 79. Physik, nicht Metaphorik des Netzes: im Sinne des *metaphorein*, des Übertragens selbst - aber auf der Grundlage realer Schaltungen; Topologie eines Netzes resultiert aus der Struktur der physikalischen (nicht virtuellen) Verbindungen, die zwischen den Datenstationen und den Netzknoten

- ist von Graphen statt von Topologie die Rede: also die (häufig geometrische) Darstellung einer über einer Menge M definierten zweistelligen Relation, anders gesagt: Kanten und Knoten. "Ein Graph besteht aus Punkten und aus Strecken, die diese Punkte miteinander verbinden", mit gerichteten (Pfeil, Vektor?) oder ungerichteten Verbindungen. Zerlegen wir einen Graphen in einen Untergraphen und berücksichtigen nur die Geraden, die in ihn hineinführen oder aus ihm herausführen, sprechen wir von einer Masche - die begriffliche Alternative zum Netz, wenn es um einen wiederum nicht ganz unmetaphorischen, aber doch präziseren Begriff von dem geht, was sich als World Wide Web im Internet organisiert. Die Masche "ist die Darstellung des Untergraphen eines Graphen als Black-box" = Wörterbuch der Kybernetik Bd. 1, hg. v. Georg Klaus, FFm (Fischer) 1969 (in Lizenz: Berlin, Dietz, 2. Aufl.), 240

- "Black box" als System, dessen Struktur nur teilweise bekannt ist und von der abstrahiert werden kann, weil ihre Untersuchung für bestimmte Zusammenhänge nicht wesentlich ist. Ablesbar ist vielmehr ihr Verhalten - In- und Outputs und die Relationen zwischen diesen = Klaus 1969 Bd. 1: 107

- Dezentralität des Internet ein diskursiver Mythos, eine Fehllektüre seiner Infrastruktur: "Es gibt nicht *den* Internet-Zentralrechner. Aber ganz gleichberechtigt sind die beteiligten Rechner im Web eben doch nicht. Ein Client, in der Regel ein Browser-Programm auf einem PC, sendet über die Telefonleitung eine Anfrage an einen übergeordneten Server. Dieser leistungsfähige Netzcomputer schickt daraufhin eine Web-Seite zurück. *Napster* und Co. arbeiten dagegen nach dem Prinzip *peer-to-peer* einer Kommunikation zwischen Ebenbürtigen" = Ludwig Siegele, Von Gleich zu Gleich, in: Die Zeit Nr. 30 v. 20. Juli 2000, 26; also Reversion von *broadcast*; nun sind alle Computer zugleich Client und Server. "Ein Rechner kann eine Datei von einem anderen herunterladen oder dorthin verschicken - ganz ähnlich wie in den Anfangstagen des Internet. Damals wurde eine E-Mail von Computer zu Computer weitergereicht, bis sie beim Adressaten ankam. <... > Die Prozessoren von PCs sind mittlerweile so schnell und ihre

Festplatten so riesig, dass sie problemlos als kleine Server eingesetzt werden könnten" = ebd. Damit PCs ständig ans Netz angeschlossen – Direktanschluss an den *flow* (Kabelanschluss, schnelle Standleitung)

- änderte sich die Form der Navigation im Netz. Als der Informatikstudent Ian Clarke das Internet als Orwellsches Überwachungsinstrument zu fürchten begann, entwickelte er ein dezentrales Informationssystem, das die Anonymität sowohl des Senders von Daten als auch die des Empfängers schützt: "Das gedankliche Vorbild von *FreeNet* ist ein Reisender in prähistorischen Zeiten, in denen es weder Regierungen noch Landkarten gibt. Um voranzukommen, verlässt er sich auf die Informationen von Menschen, die er trifft. <...>. Die „Reisenden“ in *FreeNet* sind Suchanfragen nach Dateien. Und die „Auskunftgeber“ sind PCs, auch *nodes* genannt – Netzknoten. Sie veranstalten ein kompliziertes Vor- und zurück <...>. kann ein Netzknoten ein eAnfrage nicht befriedigen, sendet er sie an den Rechner weiter, von dem er annimmt, dass er der gesuchten Datei am nächsten ist. <...> Der Begriff der Nähe ist in *FreeNet* allerdings nicht geografisch gemeint, sondern lexikografisch. Jede Datei in dem System ist mit einem Schlüssel identifiziert, normalerweise eine Kurzbeschreibung des Inhalts in kodierter Form" = Ludwig Siegele, Von Gleich zu Gleich, in: Die Zeit Nr. 30 v. 20. Juli 2000, 26; Tradition des *Regest*. Die Netzknoten nutzen diese Schlüssel als Anhaltspunkt ihrer Wegorientierung; der *nächste* Rechner steht daher dem Schlüssel am nächsten: ähnlichkeitsbasiert, kryptographisch (und lässt sich daher auch nicht, im Unterschied zu klassischen Suchmaschinen, nach Stichworten, sondern nur nach dem Buchstabengewirr der Schlüssel durchsuchen – gute Voraussetzung für ein Training bildbasierter Bildrecherche. Cyberspace nicht "Raum" (*space*), sondern mathematische Topologie – ein genuin kartesischer, weil "rechnender Raum" (Zuse)

- Telnet Internet vor der Epoche des WWW

- "infrastructure that assures Internet preservation"; Gedächtnis bedarf einer Infrastruktur als Dispositiv im Symbolischen. Kahle nennt die Chance, ein Gedächtnismedium *in statu nascendi* zu verfolgen, und warnt davor, zuviel Zeit verstreichen zu lassen: „And the opportunity to capture a record of the birth of a new medium will then be lost" = Kahle 1997: 83

- resultiert Kalter Krieg in Strategie der dezentralen Vernetzung und implementiert sie als Netz / ARPANET; organizational memory; Stefan Höltgen, über "hacking" im Kalten Krieg, in: xxx

Packet-Switching

- Fabel von Hase und Igel (Vief); mit digitaler Kommunikation wird aus Zeitraum der Signalübertragung ein logischer Raum der Originalkopie; und Zeit der Übertragung durch Codecs rechnend unterlaufen – respektive untertunnelt; bleibt indes der Mikroübertragungsakt der digitalen Kopie selbst

- dienen Internet-Protokolle, Fragmente der Datenpakete wieder passend zusammensetzen - nicht nur im bildlichen Sinne passend, vor allem auch im zeitlichen Sinne als Synchronisation; wird in Form der nachrichtentechnischen Puls Code Modulation (PCM) Übertragung im mathematischen Sinne unabhängig vom physikalischen Typ der Datenleitung (ob Telephonleitung, Glasfaserkabel oder Satellit), damit überhaupt erst Information im Sinne Norbert Wiener's. "So streicht das Bit die Raumkonstante aus den Berechnungen für den Redundanzaufwand für den Kanal, d. h. die Distanz spielt keine Rolle mehr im Verhältnis zwischen Kapazität und Übertragungsrate. Das bedeutet folglich, daß Kommunikationstheorie mit (Brief-)Post nichts mehr zu tun hat" = Bernhard Siegert, Relais. Geschicke der Literatur als Epoche der Post, Berlin (Brinkmann & Bose) 1993, 289 f.; engl. Relays. Literature as an Epoch of the Postal System, Stanford UP 1999; postalische Übertragung (mithin der Kanal) durch intelligente Kanalkodierung kassiert - ganz so, die die Transportmetapher im Verkehr durch die Punkt-zu-Punkt-Verbindung zwischen zwei Flughäfen ersetzt wurde. An die Stelle der Erfahrung fortwährender Beschleunigung in den Verkehrs- und Kommunikationsmitteln der Moderne (das Feld von Virilios Dromologie) rückt die des diskreten Sprungs von einem Aufenthalts-Zustand in den anderen - die Ankunft in der digitalen Zeit. Zeit vergeht nicht mehr auf dem Transportweg, sondern Aufenthaltsräume werden zeitinvariant verschoben

Hypertext

- Graphentheorie; technodiagrammatische Knoten, durch Links miteinander verbunden; können syntaktischer oder semantischer Art (Textkohärenz, Personalpronomen) sein; klassisches Buch: Inhaltsverzeichnisse etc.; Hypertext-Elemente (quasi Meta-Ebene); Rainer Kuhlen, Hypertext; Knoten als informationelle Einheiten. Graphentheorie: Knoten und Kanten als Verbindungen dazwischen

- in digitaler Matrix "hypernumbers"; Texte und Bilder und Töne nur dadurch miteinander verlinkbar, daß sie auf unterster Linie in digitalen Zeichen verrechenbar sind

- CD-ROM als technisch implementierte Hypermedialität; Augustino Ramellis barockes Leserad noch kein Hypertext, weil Bücher keine Verweise aufeinander / untereinander enthalten; Theodor Holm Nelson, Literary Machines. The Report on, and of, Project Xanadu, Sausalito, CA (Mindful Press) 1991; Vannevar Bush, As we may think, in: Atlantic Monthly, June 1945, kombiniert mit Hartmut Winklers medienwissenschaftlichem Kommentar "Wiedergelesen", in: formdiskurs 2, Heft 1/1997, 136-146

- Susan B. Barnes, Douglas Carl Engelbart: Developing the Underlying Concepts for Contemporary Computing, in: IEEE Annals of the History of Computing, Vol. 19, No. 3 (1997), 16-26

Netzwissenschaft

- konkrete Verschleierung der IP-Adresse in der "name domain"

- Heideggers diagnostiziert, "daß die Technik den Menschen immer mehr von der Erde losreißt und entwurzelt"; dennoch "funktioniert alles. Das ist gerade das Unheimliche, daß es funktioniert und daß das Funktionieren weiter treibt zu einem weiteren Funktionieren"⁴⁰⁹

- bedurfte es der sowjetischen Interkontinentalraketenbedrohung, um das US-Militär zum Umdenken in Richtung dezentraler Kommunikationswege zu zwingen Ashcroft, Justizminister der USA, schlug nach dem Terroranschlag auf New York am 11. September 2001 vor, das Internet neu zu konfigurieren: über wenige zentrale, damit kontrollierbare Server; Trennung des Netzes als Kommunikationsform und als reale Infrastruktur = Manuel Castells, *Das Netz und sein Werk*, in: *Zeitliteratur (Sonderbeilage zu Die Zeit, Nr. 51, 56. Jg., Dezember 2001)*, 53-56 (55); ders., *Das Informationszeitalter. Bd. 1: Die Netzwerkgesellschaft*, Leverkusen (Budrich) 2001

Gesellschaft als Schaltkreis

- schließt Bruno Latours Actor-Network-Theorie *nonhuman agencies* in den augmentierten Gesellschaftsbegriff ein. Der „Netzwerk-Macht“⁴¹⁰ gegenüber gibt es kein Außen mehr. Der Urtitel der New Yorker Macy-Konferenzen, die 1946-1953 der kybernetischen *epistémé* zum Durchbruch verhelfen, lautet zunächst noch suchend *Circular Causal, and Feedback Mechanism in Biological and Social Systems*; später dann wird dieses Modell unter *Cybernetics* subsumiert.⁴¹¹ "Social" fällt dann im Titel des Buches von Norbert Wiener 1948 selbstredend fort; statt semiotischer Zeichen- also Signalanalyse.⁴¹² Den symbolischen Mechanismen politischer Kontrolle und Regierungskunst (*alias* "gouvernement", "Kybernetik" im Sinne Ampères) stehen nun konkrete Vereinbarungen im Regime der Informatik beiseite, *Protokolle* der Speicherung und Übertragung von Signalen.⁴¹³

⁴⁰⁹ Martin Heidegger, SPIEGEL-Interview vom 23. September 1966, in: *Der Spiegel* Nr. 23 vom 31. Mai 1976, abgedruckt in: Avial Ronell, *Das Telefonbuch. Technik – Schizophrenie – Elektrische Rede*, Berlin (Brinkmann & Bose) 2001, 49

⁴¹⁰ Michael Hardt / Tonio Negri, *Empire*, xxx, 2002, 187

⁴¹¹ *Cybernetics / Kybernetik. The Macy-Conferences 1946-1953*, Bd. 1: *Transactions / Protokolle*, hg. v. Claus Pias, Zürich / Berlin (diaphanes) 2003; Bd. II: *Documents / Dokumente*, ebd. 2004

⁴¹² Siehe Umberto Eco, *Signal oder Zeichen?*, in: Lorenz Engell u. a. (Hg.), *Kursbuch Medienkultur*, Stuttgart 1999, xxx

⁴¹³ Siehe Alexander Galloway, *Protocol*, xxx

- kulminiert Jean Baudrillards "Requiem auf die Medien" im provokativen Eingangssatz: "Es gibt keine Medientheorie."⁴¹⁴ Sein Argument zielt im Kern darauf, daß sich die Medienkritik selbst im konkretisierten Diskurs der Medien verstrickt, das Modell des geschlossenen Stromkreises. Baudrillard widmet sich McLuhans Schlagwort vom Medium als Botschaft, also den medialen "Sinnttransfer auf das Medium selbst als technologische Struktur" <99>. Deren Code ist unhintergebar: "zwar kann der Empfänger seinerseits zum Sender werden, aber dabei reproduziert sich dasselbe Schema" <104>. Wenn Hans-Magnus Enzensberger für einen emanzipativen, nämlich rückkanalfähigen Mediengebrauch vormaliger Broadcast-Medien plädiert (ein Erbe Bert Brechts, der verlangte, den Rundfunk aus einem Distributions- in einen Kommunikationsapparat zu verwandeln), affirmiert er damit strukturell die Logik des kybernetischen Kommunikationsmodells.⁴¹⁵ Unerbittlich strukturiert die Notwendigkeit der kanalspezifischen Kodierung den Charakter der Botschaft.

- das elektronische Netz (noch nicht Internet) eine Ausweitung des menschlichen Zentralnervensystems: "Mit dem Aufkommen der Elektrotechnik schuf der Mensch ein naturgetreues Modell seines eigenen Zentralnervensystems, das er erweiterte und nach außen verlegte" <McLuhan 1964/1968: 52>. Was sich dahinter geschickt verbirgt, ist indes die Logik der Protokolle, der nicht-anthropozentrische Begriff von Welt.

Internet / Fiber Optics

-medienmaterialistische Lesart von "Cyber-culture" ist "Fiberculture" (Glasfaserkabel); "Materialisierung" von Licht; Netz an real implementierte, physisch festgelegte Leitungen bzw. drahtlose Funkverbindungen gebunden; entscheidend aber Algorithmen der intelligenten Datenkompression und -kanalkodierung; David Mackenzie, *Wirelessness*, 2010

- Umstellung des Internet von IPv4 auf IPv6: *ubiquitous / embedded computing*: Adresszuordnungssysteme (IP-Adressen); korrespondiert auf Seiten des Physical Layer mit Chipllets in Halbleiterproduktion: Mikro-Schaltkreise, verkettet zu elektronischen Komponenten / Speicher / Mikroprozessoren; Wafer in vielzahliger Chipllets statt Chips geschnitten, lassen sich um flexible Oberflächen wickeln "and may even become the 'ink' in 3D printing"; literally embedded computing / digital tissue, logical textile = <https://www.pcmag.com/encyclopedia/term/65621/chiplet>, accessed 14 February, 2018

- ist es eine List der energetischen Vernunft, daß nun im Konzept der "intelligenten" Stromnetze die Energieleitungen selbst reaktionsfähig im zeitkritischen Bereich werden, als unverzügliche "Berechnung" von Stromverbrauchsflanken und ihrer logistischen Verteilung in Raum und Zeit

⁴¹⁴ Jean Baudrillard, *Kool Killer oder der Aufstand der Zeichen*, Berlin (Merve) 1978, 83-118 (83)

⁴¹⁵ Baudrillard 1978: 109 u. 112

- hat das Internet *als technische Infrastruktur* Krisen der virtuellen Ökonomie überstanden

- Entkopplung von Technologie und "Medium", etwa Streaming Radio über Internet. "Die Rillen der Schallplatte speicherten Musik, ein Hit verkaufte sich als Single und noch in den Namen von MP3-Datensätzen schreibt sich diese anschauliche Einheit von Material und Information fort. Genauso war der Film eine sichtbare Folge von Bildern und eins mit dem Kino. In digitalen Medien lösen sich derlei anschauliche Zusammenhänge auf. Den Inhalten der alten Medien, einerlei ob es sich um Texte, Bilder, Hits oder Filme handelt, werden Formate übergestülpt, um sie noch dem richtigen Sinnesorgan zuzuordnen, denn als binäre Daten sind sie austauschbar" = Stefan Heidenreich, Was kommt nach dem Netz? Nach der Dot.com Pleite zerfällt das Netz in Divergenzen, in: FAZ vom 20. März 2001

- Vilém Flusser antizipiert, daß es "technisch möglich ist, das Telefonnetz in die ausstrahlenden Medien einzubauen" = Die Geste des Telefonierens [1991], in: ders., Gesten, Frankfurt/M. (Fischer) 1994; Wiederabdruck in Pias et al. (Hg.), Kursbuch Medienkultur: 185-191 (191); Verweis auf Minitel, wo die Telephonnummern im Gerät selbst gespeichert sind, kein externes Verzeichnis mehr; "daß jene der Ziffern, aus denen eine Nummer gebildet wird, und ihre Reihenfolge von Bedeutung sind - eine einzige irrtümlich gewählte Ziffer hat eine falsche Verbindung zur Folge. Der Telefoncode ist eine der nicht-redundanten linearen Codes, über die wir verfügen" (186); aktuell URL. Flusser: in frühen Telephon"nummern" noch Buchstaben (auch auf Wählscheibe); inzwischen "das Alphabet wurde als / nicht mehr mit dem Rechenvorgang vereinbar aus dem Code eliminiert, was beweist, daß nicht nur die Literatur, sondern auch die Algebra, die symbolische Logik, kurz jede alphabetische Notation den Rechencodes Platz machen muß" - dem binären Code, "denn keine solche Notation kann die Informationen übermitteln, die wir benötigen" = 186 f.

- *online* Netzanschluß, drahtlose Breitbandversorgung auf Mobiltelefonen nahezu allerorten: im Prinzip nachrichtentechnische Konvergenz; tatsächlich aber Divergenz für Betriebssysteme, technische Standards; Begriff Netz metonymisch für softwaregewordene Hardware

Text-Browser

- Text- im Vergleich zu graphikbasierten Browsern schnell und "absturzsicher"; werden zu Recherche verwendet, da sie Webseiten auf den Text reduzieren" = [http://de.wikipedia.org/wiki/Lynx_\(Browser\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Lynx_(Browser)); Zugriff 3. September 2008; eignet sich Lynx, um Internetseiten auf ihre Lesbarkeit mittels Screenreader zu überprüfen, wie Blinde ihn verwenden; meint vor allem Sprachsyntheseprogramme, also eine Form des auditiven Interfaces als Alternative zum GUI (nicht nur für Blinde, sondern als genuin medienästhetische Alternative)

Online sein

- *online* sein zugleich *on-time* sein; bedeutet den freiwilligen Selbstanschluß des Menschen an die zeitliche Logik des rechnenden Raums, an die Geschwindigkeit der Elektrizität (McLuhans "acoustic space"); entstehen mit dieser kybernetischen Kopplung dynamische Konstellationen, die andere Aufenthaltsweisen in der Gegenwart *zeitigen*. anstelle der übergeordneten Referenz einer alles umfassenden symbolischen (Zeit-)Ordnung zeitigende Prozesse; damit einher geht kein Verlust von tempor(e)aler Eigentlichkeit, sondern eine ursprüngliche Offenheit des Menschen (als signal- und symbolverarbeitendem Wesen *per definitionem*) für techno-logische Anschlüsse

- Instagram „Live-Funktion“, in der sich der User in Echtzeit filmt und seinen Followern - falls sie genau in diesem Moment zuschauen - direkt Nachrichten verschickt, auf die unverzüglich im Live-Video reagiert werden kann; Ermöglichung einer Signalübertragung, die von den Usern als exklusives „Live-Erlebnis“ empfunden wird, gerade das technologische Gegenstück zur Live-Übertragung: die techno-mathematische Echtzeit; bieten solche Funktionen wieder eine quasi-auratische "Einmaligkeit" (Benjamin), auch wenn das Bild noch schneller verglüht = Wolfgang Ullrich, Die Rückkehr der Aura in der Handy-Fotografie. Instant-Glück mit Instagram, in: Neue Züricher Zeitung vom 10. Juni 2013

Algorithmen in Transparenz

- Verlagerung von menschlicher Eigenverantwortung in das Smartphone; "Apps"; selbstfahrendes (Google-)Auto; Astrid Herbold, "Auf dem Tablet serviert", in: Tagesspiegel v. 25. September 2015, <http://www.tagesspiegel.de/medien/digitalisiertes-leben-auf-dem-tablet-serviert/12371084.html>, Rubrik "Netzspiegel"

- mit "intelligenten" Oberflächen interagieren, "aber nicht mal mehr im Ansatz verstehen, was sich im Inneren der Maschinen / Netze ("black boxes") abspielt"; dramatische Miniaturisierung der aktiven Bauteile in elektronischen Kommunikationsmedien (beginnend mit dem Transistor im portablen Radio, resultierend im Integrierten Schaltkreis digitaler Medien); werden Medienvorgänge selbst undurchsichtig; waren frühe Nutzer von Radio und Fernsehen imstande, die Technik selbst ansatzweise zu durchschauen (und zu justieren, zu reparieren, den eigenen Bedürfnissen anzupassen); hat Bertolt Brecht in seiner "Radiotheorie" ca. 1930 aktiv dazu aufgerufen, daß Nutzer sich mit der Technik vertraut machen, um das neue Medium anzueignen; nicht nur empfangen, sondern auch selbst senden; konnte "Volksempfänger" in der Epoche des Nationalsozialismus mit entsprechender Medienkompetenz umgebaut werden, um etwa auch englische Programme zu empfangen; heißt diese Kompetenz einerseits Basiskenntnisse in Software (der Quellcode, "Open Software"-Bewegung, und das offene Betriebssystem "Linux", das Nutzern eine aktive Mitarbeiter an der Weiterentwicklung erlaubt); kommt in der Medienarchäologie der Ansatz "open the black box" hinzu; hat Kunstszene

die Materialität von Medien wiederentdeckt und veranstaltet Löt-Seminare ("Makers Lab")

- Goethesche Frage nach dem, was die Welt im Innersten zusammenhält; wie Medienwissenschaft nicht nur auf die ökonomischen oder technischen, sondern eben auch die erkenntniskritischen Aspekte der digitalen Medienkultur schaut

- Vertrautheit mit den mathematischen Algorithmen, welche die digitale Kultur heute bis in die Details des Alltags steuern; Verständnis dafür geht verloren, wenn Nutzer nur noch auf "Icons" klickt / wischt - ähnlich, wie den Analphabeten im Mittelalter in den Kirchen Bilder mit Bibelgeschichten gezeigt wurden, statt ihnen Lesen und Schreiben zu lehren

- Eröffnung der Ausstellung *Infosphäre*, 4. Sept 2015, ZKM. "Seitdem der alphabetische Code von dem numerischen Code ergänzt worden ist, stellen Algorithmen ein fundamentales Element unserer sozialen Ordnung dar." Armin Linkes Projekt *The Appearance of That Which Cannot be Seen* macht die verborgenen Seiten der Infosphäre sichtbar: Kabel und Hardware, Datenzentren, Spionage-, Erkundungs- und Wettersatelliten, Serverräume von Finanzfirmen und Banken, die Infrastruktur der Infosphäre."

- Begriff der *Locative Media*: Konkrete Verortung durch ortsbestimmende Kommunikationstechniken wie GPS, RFID, aber auch Mobiltelefonie. Siehe Anne Galloway / Matthew Ward, *Locative Media as Socialising and Spatialising Practices: Learning from Archaeology*, demnächst: MIT Press; ferner: Regine Buschauer / Katharine S. Willis (Hg.), *Locate Media. Medialität und Räumlichkeit*, Bielefeld (transcript)

- mit fortschreitender Vernetzung und Digitalisierung des Alltags ein höheres Maß von dem, was in der klassischen Kybernetik "Steuerung und Kontrolle" heißt; geht "ubiquitous computing" davon aus, daß Umwelt bis in Details digital vernetzt werden wird; heißt umgekehrt: Mensch wird Teil eines Mensch-Maschine-Systems; kontrolliert und wird zugleich kontrolliert (perfekter denn je überwachbar durch Nachrichtendienste wie die NSA)

- Grund für medienarchäologische "Erdung" (im neuen technischen Sinne der Verkabelung zwischen Servern / der Leitungsdichte innerhalb von hochintegrierten Mikrochips selbst) in der Infrastruktur: "wachsende Asymmetrie zwischen der Durchleuchtung unserer Lebenswelten und Gewohnheiten einerseits und der Intransparenz der Algorithmen andererseits" = Steffen Mau, Wenn der Algorithmus die Kontrolle übernimmt, in: Humboldt-Universität Nr. 23 264, 14. Oktober 2017, B1, Autor von *Das metrische Wir. Über Quantifizierung des Sozialen*; Hacking von Hard- wie Software.

- Stichwort "post-digital": fortwährende Epoche digitaler Medien, diese jedoch so selbstverständlich und alltäglich geworden, daß sie nicht mehr bewußt reflektiert (wie in medienarchäologisch emergenter Phase), sondern schlicht genutzt werden; führt zu einem Verlust von kritischer

Distanz / "Medienökologie", keine technologische Erdung mehr im Medienwissen / Bewußtsein

- Unterschied zwischen digitalisierten und "born digital" Kunstwerken; "Netzkunst bezieht ihr Material aus systemimmanenten Eigenschaften des Internet" = Definition Gunther Reisinger, Vortrag "Synchrone Archive. Digitale Quellen im Kontext musealer Sammlungen", Tagung *Ohne Netz*, 16. November 2012, HU Berlin (Medientheater)

- Goethesche Frage nach dem, was die Welt im Innersten zusammenhält, in Zeiten der Netz-Welten: Vertrautheit mit den mathematischen Algorithmen, welche die digitale Kultur heute bis in die Details des Alltags steuern; Verständnis dafür geht verloren, wenn Nutzer nur noch auf "Icons" klickt resp. "Apps" aktiviert - so ähnlich, wie den Analphabeten im Mittelalter in den Kirchen Bilder mit Bibelgeschichten gezeigt wurden, statt ihnen Lesen und Schreiben (Quellcode) zu lehren

- nutzen Flüchtlinge Smartphones intensiv um ihre Reiserouten zu planen; führte zu neuem "Schabowski-Effekt"; hat Sprecher des Zentralkomitees des ehemaligen SED-Politbüros auf die Frage nach Inkrafttreten der neuen Reiseregulungen am 9. November 1989 mit "sofort" antwortete und dies wurde im technischen Sinne auch "sofort", nämlich live, in Radio und Fernsehen übertragen - was die Menschenmassen schneller in Richtung Grenzübergänge bewegte, als die Administration reagieren konnte

- kuratiert Shintaro Miyazaki Projekt *Ubiquitous Oscillations*: "[I]m Zeitalter von Mobilfunk, Wireless Lan, Bluetooth, RFID wo wir umgeben sind von digitalen Medientechnologien, die immer kleiner und unsichtbarer werden und trotzdem durch drahtlose Telekommunikation allgegenwärtig sind, das heisst ubiquitär sind, werden wir in unserem Alltag fast immer mit elektromagnetischen Wellen konfrontiert. Wellen die hörbar gemacht werden können. So sind wir durch unser Streben nach Mobilität gleichzeitig in einer unhörbaren Kakophonie elektromagnetischer Dissonanzen gelandet" = Ankündigung von "*Ubiquitous oscillations*" or "*Fourier changed our world*, Ausstellung samit Theorieworkshop, Januar 2009, General Public, Berlin

- mobile Kommunikationsmedien ("*Handy*") mit Heidegger: "In der Auffälligkeit, Aufdringlichkeit und Aufsässigkeit geht das Zuhandene in gewisser Weise seiner Zuhandenheit verlustig. [...] Ein Zeug ist unverwendbar - darin liegt: die konstitutive Verweisung des Um-zu auf ein Dazu ist gestört. [...] In einer *Störung der Verweisung* - in der Unverwendbarkeit für ... wird aber die Verweisung ausdrücklich." = Martin Heidegger, *Sein und Zeit* [*1927], Tübingen (Niemeyer) 1986 (18th ed.), 74

- Softwarekritik heute: Begriff (ca. 5 Mio.) "Apps" verunklärt Einsicht in Quellcode, die für Menschen (Programmierer) lesbare Variante von Maschinen"sprache"; von Compiler für Smartphone-Prozessoren übersetzt; "App"-Entwicklung auf verschiedenen Ebenen (modulare Architektur, bis hin zum Graphikdesign). Smartphones; Tablet PCs; i-Pads, i-Phone (Apple)

mit IOS Betriebssystem; App-Store (Konto eröffnen); Google: BS Android; "Messenger Apps"; Kalender-App mit personalisiertem Erinnerungs-Appell (i. U. zum passiven "händischen" Kalender); erlauben benutzerdefinierte Funktionen (Apps) Zugriff auf Hardware (Mikrofon, Kamera) sowie Datenbanken (Adressbuch); Lokalisierung durch GPS (Standort-Funktion); Sprachausgabe in Galaxy alternativ zum optischen Display ("voice over" / "Sirenen") i. U. zu virtuellem, kontextfragilen Gesprächspartner SIRI (Apple IOS); Photodistribution: Urheberrecht bleibt beim Subjekt, aber vertraglich Nutzungsrecht an Provider / Dienste abgetreten; wie medienkritisch nicht im beobachteten *archive* selbst verfangen sein; "App" entkoppeltes Medium; *Marktplatz*-Sendung DeutschlandRadio, 2. März 2017, dort "Apps" thematisiert gleich nicht-menschlichen Akteuren; in "Cloud"-Dienste / Anbieter ab- bzw. zwischenspeichern: zeichnet über die Jahre Nutzerprofil (*profiling* / Zeitreihen)

Digitalisierte Öffentlichkeit

- ändert sich die Zeitlichkeit im Netz, zugunsten einer de-synchronisierten Öffentlichkeit, einer temporalen "Liquidierung". Zeitung (schon im Namen) und Broadcast-Medien haben einmal die Rhythmen demokratischer Öffentlichkeit definiert, die nun in algorithmische Arhythmie zerfällt; als gleichzeitig empfundene politische Gemeinschaft keine räumliche *agora* mehr, sondern eine durch Uhr- und Computertakt technisch hergestellte Chronosphere

- begann Frequenz der gedruckten Zeitungen (der Rhythmus der Gutenberg-Galaxis) mit der wöchentlichen *Relation: Aller Fürnemen vnd gedenckwürdigen Historien* in Straßburg, 1609 in Wolfenbüttel der wöchentliche *Aviso* und die erste Tageszeitung 1650 in Leipzig mit dem Titel *Einkommende Zeitungen*; fallen Nachricht und "Zeitung" ineins

- buchstäbliche Zeit(ig)ung;; wurzelt der Begriff Zeitung letztendlich im Begriff der *Tiden*, der Gezeiten, "die als endlose Wiederholung des ewig Gleichen gelten" - im Unterschied zum *Journal* im Französischen, also der ausdrücklich an den Tag gebundenen Notiz wie schon die *acta diurna* der antiken römischen Republik. Zum Anderen erklärt sich die Zeitung "direkt über ihre materielle Grundlage: `Newspapers´ sind letztlich Papier, die `Gazetten´ leiten sich ab vom Preis eines Dreiviertelpfennings, der `gazeta´, zu dem sie in der Republik Venedig zu kaufen waren"⁴¹⁶. In der Materialisierung von Schriftsymbolen ist die Wiederholbarkeit angelegt, die im Sound der Druckerpresse zum Rhythmus wird. Hier *zeitigt* das neue Medium, buchstäblich, eine Form. Hierin unterscheiden sich die ersten gedruckten Einzelzeitungen von dem, was später regelmäßige Periodika

⁴¹⁶ Paul C. Martin, Auf reinem Acker ist gut pflügen. Die Entstehung der Zeitung in der Luther-Zeit, in: "Auch saget man warlich ...": Von der ersten "Zeytung" bis zur Gegenwart: Ein Medium wurde zum reißen Strom, Katalog zur gleichnamigen Ausstellung im Berliner Axel Springer Verlag Mai bis Juni 1996, 5-7 (5). Informations-, Zeit- und Geldwert schließen sich im aktuellen Hochfrequenzhandel der virtuellen Ökonomie wieder kurz.

sind; das Fehlen der Periodizität charakterisiert die frühen Drucke mit Nachrichtencharakter.⁴¹⁷ Anders trägt die technische Reproduktion in Form von Photographie und Xerokopie eine "signature in time"⁴¹⁸ mit sich, wo die Kopie immer schon eine Differenz zur Vorlage ist - es sei denn, sie wird algorithmisch immerfort in Echtzeit gleichursprünglich wieder errechnet

- sucht Übertragung im Internet durch Zwischenschaltung einer algorithmischen Dynamik, nämlich effektiver Komprimierung, das Zeitfenster nahe dem, was menschliche Wahrnehmung als Echtzeit von Bewegung begreift, zu halten

- steht die Herstellung einer Zeitung unter ständigem Zeitdruck; geht eine *neue erschreckliche Zeitung* über ein Erdbeben bei Florenz von 1542 mit dem Hinweis hinaus: "Das habe ich euch in Eile müssen anzeigen, die Post will weg!"⁴¹⁹ So konkret ist die Zeitung an die klassische Übertragungseinrichtung gekoppelt; trennt sich die Mitteilung von der *face-to-face*-Situation, die den ersten Zeitungen noch Titel wie *Sermon*, *Dialog* und *Gespräch* beibrachte. Etwas geschieht im Raum zu einer bestimmten Zeit; dort wird es buchstäblich aufgelesen, versammelt, notiert - als eine genuin *mediale* Operationalisierung von Zeit, um in zeitversetzter und -versetzender Buchstäblichkeit (*différance*) wieder neu zu erscheinen. "Zeitung ist Zeitverschiebung und Zeitlupe. Zeitung ist zugleich Zeitbeschleuniger."⁴²⁰ Indem nun die Archive vieler Zeitungen auch *online* zugänglich sind, kommt es zu einem Effekt, der schon vom Videorekorder gegenüber dem Fernsehen vertraut ist: Speicherbarkeit und damit verbundene Zeitautonomie bricht die Gewalt des vorprogrammierten Senderhythmus; wird die Zeitung mit dem unverzüglichen Zugriff auf ihre Archive selbst verzeitlicht, *auf Zeit* gestellt

- Printmedium Zeitung schon im Namen: Information an regelmäßige Zeitmomente gekoppelt; werden Zeitung und Zeitschrift mit der Schnellpresse seit 1812 bis hin zum Rotationsdruck zum Synonym einer von Printmedien symbolisch getakteten Zeit - wohingehen die Symbolträger selbst ganz und gar unzeitliche Informationsträger bleiben. Die Programmstruktur von Radio und Fernsehen beerbt in Form von Serien und regelmäßiger Nachrichtensendung die symbolische Strukturierung menschlicher Zeitplanung von den Printmedien, doch mit einer entscheidenden Differenz: Radio und Fernsehen sind selbst Zeitweisen; setzt medienarchäologische Analyse nicht erst auf der Ebene symbolischer Zeitmanipulation durch Medien an, sondern im Feld ihrer Zeitverfaßtheit

⁴¹⁷ Adolf Dresler, Über die Anfänge der gedruckten Zeitungen, in: Neue Zeitungen, Relationen, Flugschriften, Flugblätter, Einblattdrucke von 1470 bis 1820, Katalog 70, Antiquariat J. Halle, München 1929

⁴¹⁸ Stephen Bann, The Clothing of Clio. A Study of the Representation of History in Nineteenth-Century Britain and France, Cambridge (Cambridge UP) 1984, 134

⁴¹⁹ Zitiert nach Martin 1996: 6

⁴²⁰ Martin 1996: 6

- ruft der Begriff der "digitalisierten Öffentlichkeit" (Stefan Ullrich) die Einführung des phonetischen Alphabets als Bedingung der ersten Demokratie im antiken Athen wach

- wandert die Zeit(ung) ins Netz, als "Real Time Net", in Zuspitzung dessen, was die Genealogie des Begriffs Zeitung schon sagt: Neuigkeiten

- "The real-time web is a set of technologies and practices which enable users to receive information as soon as it is published by its authors, rather than requiring that they or their software check a source periodically for updates" = http://en.wikipedia.org/wiki/Real-time_web; gehört dazu die Kommunikationsform *instant messaging*. Die zeitkritische Effizienz von Suchmaschinen wie Google beruht darauf, daß das Universum der Webseiten vorweg von Crawlern indiziert und vorkalkuliert wird (das Page Repository), um auf dieser Basis die aktuellen Suchanfragen nach Maßgabe des PageRank-Algorithmus nahezu immediat an die Nutzer rückkoppeln zu können.⁴²¹ Insofern nicht vorherbestimmbar ist, ob und wann eine Kommunikation erfolgt, unterscheidet sich das Echtzeit-Netz grundsätzlich von Echtzeitberechnung im Computer

- weiterhin die Lasswell-Formel: "Who says what in which channel to whom with what effect?"⁴²²; meint dieses "what" nicht notwendig den semantischen Aspekt, sondern schlicht Symbolfolgen; Shannons Informationstheorie und die Kryptoanalyse; "Medium" hier nicht Massenmedium im allgemeinen Wortsinn, sondern der Kanal, in welchem eine als Zeichenfolge kodierte Nachricht, deren Information kein positiver Sachverhalt, sondern ein entropisches Maß ist, übertragen wird

- meint *Broadcast* zunächst Rundfunk; „man sieht darin förmlich den Sendeturm und die nach allen Seiten sich ausbreitenden Wellen“ – also ein elektrotechnisches Pendant zu Jeremy Benthams panoptischem Gefängnis um 1788 – „von dem, der es aufnimmt, ist gar nicht die Rede“ = Tetzner / Eckert 1954: 25; *zerstreut* das Medium nicht im Sinne der (TV-)Kritischen Theorie, verstreut nicht schlicht Nachrichten, sondern hat – zumindest in der frühen Phase – „einen Zusammenschluß von Gruppen zur Folge <...>. Wenn es vielleicht auch keinen zusammengehörigen Körper bildet, so erzeugt es doch einen Familiensinn“ <Egly 1963: 24>

- heißt *Broadcast*: keine Rückkopplung; erlauben das Internet-Breitband⁴²³ und die technische Option des Rückkanals dem Zuschauer, zum User zu werden, insofern er – Brechts Radio-Theorie gemäß – eingreifen kann, in Game-Shows und *online*-Spielen etwa. Brechts 1932 formulierte Forderung, der „Rundfunk“ sei „aus einem Distributionsapparat in einen

⁴²¹ Siehe Amy N. Langville / Carl D. Meyer, *Google's PageRank and Beyond: The Science of Search Engine Ranking*, Princeton University Press 2006

⁴²² Harold D. Lasswell, *The Structure and Function of Communication in Society*, in: Wilbur Schramm (Hg.), *Mass Communication*, Urbana / Chicago / London 1960, 117-130 (117)

⁴²³ Dazu <http://www.interaktives-fernsehen.de> (c/o Frank Löhner, Team-Konzept Potsdam-Babelsberg)

Kommunikationsapparat zu verwandeln“; tatsächlich laufen um 1930 in New York bereits Versuche mit dem *Two-Way Television* in Kopplung mit dem Telefon: "One talks face to face to the distant person and a hidden receiver speaks the words which seem to issue from his mouth."⁴²⁴ Hans Magnus Enzensberger hat Brechts Ansatz in seinem *Baukasten zu einer Theorie der Medien* dahingehend erläutert, daß die „elektronische Technik“ eben „keinen prinzipiellen Gegensatz von Sender und Empfänger“ kennt. Jedes Radio sei, „von seinem Bauprinzip her, zugleich auch ein potentieller Sender; es kann durch Rückkopplung auf andere Empfänger einwirken.“⁴²⁵ Nicht im Einsatz für Kultur oder partizipatorische Demokratie, sondern im Krieg kam diese Option zum Vollzug, in Form des *Walkie-Talkie* für amerikanische Truppen im Zweiten Weltkrieg (der *two-directional* tragbare Radiosender); das Internet gerade aufgrund der Rückkopplung von Kommunikation nicht an Archivierung (Speicher- als Kapitalbildung, die kulturelle Bedingung für *copyright*-Ansprüche), sondern Distribution interessiert

- ist Begriff der *Zerstreuung* Netz geworden (*Datenpackages*);
verschimmt Differenz zwischen Absender, Bote und Empfänger

- erfüllt das Internet ein zentrales Kriterium der Brechtschen "Radiotheorie": Distributions- in Kommunikationsapparate zu verwandeln = Bertolt Brecht, *Der Rundfunk als Kommunikationsapparat*, in: ders., *Über Politik und Kunst*, Frankfurt/M. 1971, 20

- alternative Netztechnologien wie "Freifunk" und das "Hamnet", worin die politischen Optionen der Arbeiterradiobewegung wieder aufblühen; Begriff des "ungeheuren Kanalsystems" (Brecht); alternative Signalwege fortwährend erproben, von der Technologie selbst nahegelegt; hierarchiefreie technische Kommunikation auf Möglichkeiten des Internet und des World Wide Web übertragen, wobei sich hier die technische zur wirklich techno-logischen Infrastruktur verschiebt. Neben einer unabdingbaren physikalischen Einbettung sind es vor allem die Protokolle, die den Signalaustausch organisieren und notwendig hierarchisieren, da sich das Netz sonst selbst desorganisieren würde (Galloway); Grid- und Cloud-Computing: Zentralisierungstendenzen; das in der Medienwissenschaft häufig anzutreffende Mißverständnis, daß Brecht unter "Kanalsystem" schlicht den Rückkanal meint; gerade unter der Perspektive der Signalwege wird Brecht hinsichtlich des Internets wieder anschlussfähig.

- Distinktion zwischen Kommunikation und Datenverarbeitung; Sprache des Rundfunkstaatsvertrags findet hier die rechten Worte, indem sie das Internetradio nicht unter Rundfunk, sondern "Telemedien" faßt; statt Broadcastmedium die topologische Technologie des Internet

⁴²⁴ Artikel "Two-Way Television Demonstrated", in: *Scientific American*, Juni 1920, 467

⁴²⁵ Hans-Christian von Hermmann, *Sang der Maschinen. Brechts Medienästhetik*, München (Fink) 1996, 105f, unter Bezug auf: Brecht 1932 (1988ff: Bd. 21: 553) u. Enzensberger 1970: 160

"Internet-Tsunamis"

- "Schwarm"-Intelligenz: naturalistische Metapher; vernebelt die Einsicht in die mathematische Struktur
- High Frequency Trading an der elektronischen Börse (*e-commerce*)
- "Ping"-Fluten: Überflutung eines Rechners *nicht* mit Botschaften, sondern mit techno-logistischen Verbindungsanfragen; eine genuine Erscheinung der Topologie des Internetes; Host (Server) bricht ggf. zusammen; "Denial of Service" (DoS); *Ping Flood* der Name für die Taktik, auf ein Ziel den *echo requests* - also "ping" - mit größtmöglicher Geschwindigkeit loszulassen; Zielrechner für eigentlichen Aufgaben nur noch eingeschränkt nutzbar; DoS als unabsichtliche oder mutwillige Überlastung; nicht-invasiv (dringt nicht in Rechner ein), sondern klopft an (Handshake), im Unterschied zu Software-Viren, die in fremde Systeme eindringen und sich anonym (selbstständig) verbreiten
- entwickelt Bob Metcalfe 1972 für das Ethernet ein Programm für Computer networking namens PING, mit dem die Interoperabilität des Netzwerkes festgestellt werden kann: eine Verbindung durch das Netzwerk öffnen, um zu sehen, ob die andere Seite reagiert. "Aus dieser Interoperabilität, welche die technische Implementierung der kombinatorischen Querverbindungen eines Textnetzes bzw. eines Netzes allgemein realisiert, entwickelte Vint Cerf 1975 das Transmission Control Protocol für das Arpanet, den Vorläufer des Internet. [...] das Transmission Control Protocol legt die Verbindungen innerhalb eines Netzes fest bzw. garantiert sie."⁴²⁶
- Twitter / *retweed*-Effekt; sprunghafter Anstieg von Anfragen an eine bisher nur gering frequentierte Webseite aufgrund der Berichterstattung in einem publikumswirksamen Medium (definiert es ausgerechnet Wikipedia)
- "electronic space" (McLuhan); *online*-Sein und die damit verbundene elektrische Unverzögerlichkeit (Lichtgeschwindigkeit)
- Entdeckung von Plagiaten ein Produkt der Suchalgorithmen im Netz selbst, also Netzgeburten
- solche impulsartigen Meinungswellen im Netz "demokratisch"
- Begriff "Impuls" anstelle von "Zeichen" indiziert die neue Sofortigkeit, den zeitkritischen Punkt
- aus Sicht des Mediums ununterscheidbar, ob "Signal" oder "Rauschen"; un/willkürlich

⁴²⁶ Peter Weibel, Einleitung, in: ders. (Hg.), Im Buchstabenfeld. Die Zukunft der Literatur, Graz (Droschl) 2001, 41f

- Luthers Nutzung des neuen flüchtigen Mediums "Flug"blatt, löst konfessionelle Revolution aus
- Frz. Revolution 1789 eher über Gerücht denn über Printmedien verbreitet, heute "sekundäre Oralität" als telephonartige Geschwindigkeit von Netzwelten
- löst Schaboski's "sofort" in Verbindung ein Sofortübertragungsmedium den Sturm auf die Berliner Mauer aus; demgegenüber die Trägheit der Printmedien
- Terrorattacke auf Trade Center in New York 11. September 2001 das erste Ereignis, dessen Nachricht sich über das Internet rascher verbreitete als über die klassischen Rundfunkmedien (Radio / Fernsehen)
- Web2-Ökonomie eine der Unverzüglichkeit; Begriff des "real time net"; wird in elektronischen Kommunikationsmedien das Zeitverhalten entscheidend - "zeitkritisch"
- Mediensoziologie / Medienwirkungsforschung nicht Fokus der Medienarchäologie; ent-deckt vielmehr Infrastrukturen, im Sinne Kants: Möglichkeitsbedingungen ("Aprioris"), aber nicht transzendental, sondern techno-logisch konkretisiert

Die Produktivität der NSA

- Ambivalenz des "Rückkanals" in telekommunikativer Mobilität; durch GPS mögliche Erfassung der jeweils konkreten Zeit- und Ortssituation der Mobiltelefone; inzwischen Gegenstand supranationaler Erfassung
- Datenauslese-Praktiken der NSA; Erfassung von Mobitelephonie-Metadaten (topologische Verbindungsdaten), um aus Profilen Muster zu generieren; Verdacht nicht mehr aufgrund vorliegender Indizien, die in Archiv und Statistik verankert sind, sondern vorausberechnete Möglichkeits-Spielräume
- "Vorratsdatenspeicherung"; Telekommunikationsfirmen per EU-Dekret verpflichtet, monatelang die Verbindungsdaten ihrer Kunden vorzuhalten statt sie nach kurzer Pufferung zu Abrechnungszwecken unverzüglich zu löschen; Gegenwart damit nicht mehr in erster die notwendige Resultante einer Vergangenheit, sondern im Sinne von Markov-Ketten die Datenbasis möglicher Künftigkeiten, die als Futur II zwischengespeichert werden - Archive der Zukunft
- Algorithmen für *predictive analytics* im Grunde bereits von Norbert Wiener sowie Claude Shannon im WKII zur *anti-aircraft prediction* entwickelt; Bode, Shannon et al., "Smoothing data", sowie Wieners *Gelbe Gefahr*: "time series"

- wird nicht mehr mit Gewißheiten gerechnet, sondern Wahrscheinlichkeiten vorhergesagt - der Wettervorhersage näher denn der klassischen historischen Ableitung

- läßt sich Menschenverhalten (Wieners Grundannahme für die "Harmonische Analyse") relativ gut vorhersagen, wenn als Kommunikation (im Sinne Shannons) verstanden und Grunddaten vorhanden sind: Ausweichmanöver von Piloten, die sich im Zielfernrohr der Abwehr-Artillerie wissen; Limitierung durch menschliche Verhaltensmuster und durch die Physik der Flugmaschine (Mensch-Maschine-Kopplung); Kerngedanken der Kybernetik

- ersetzt Echtzeit-Auswertung von Daten das klassische Archiv-Paradigma; nicht mehr erst akkumulieren, sondern sogleich rechnen: die stochastische Ästhetik von Markov-Ketten, Wahrscheinlichkeiten der Datenketten: Ableitung 1. Ordnung (aus Gegenwart) und dann erst 2. Ordnung aus der unmittelbaren Jetzt-Vergangenheit; anstelle von statistischer Archivierung der "Big Broghter"-Observation (vertraut aus den Stasi-Archiven), an deren schiereren Datenmasse alle menschlichen Geheimdienste bislang scheiterten, die algorithmische Errechnung von Potentialitäten in Echtzeit der Erfassung

- Aussagen nicht mehr aus dem Archiv abgeleitet, sondern Wahrscheinlichkeiten statt Gewißheiten zur Entscheidungs- und Handlungsgrundlage gemacht; massive Akzentverschiebung im Zeitverständnis, alternativ zum Primat der "Geschichte" als privilegierter Organisationsform unmittelbarer Vergangenheit; statt Archiv und Geschichte eine erweiterte Gegenwart mit direkt angeschlossenem "Arbeitsgedächtnis"; Pro- und Retention; Registratur eher denn Archiv

- hat es Edmund Husserl (wie auch Henri Bergson) in seiner *Phänomenologie des inneren Zeitbewußtseins* anhand der Möglichkeit musikalischer Melodie-Wahrnehmung trotz der Vergänglichkeit akustisch akuter, radikal nur im Augenblick hörbarer Töne beschrieben. Was melodisch für stetige Signalverarbeitung in der neuronalen Wahrnehmung gilt, ereignet sich für diskrete Impulsfolgen am Beispiel der zeitansagenden Turmuhr Glocken.

- anstelle des "Sozialen" ein Begriff intersubjektiver Kommunikation in Form von Netz-Topologien; "Gesellschaft" damit mathematisch (graphentheoretisch und technisch) faßbar

- bilden nicht *big data* als solche die neuen Optionen, sondern die mobilisierenden intelligenten Algorithmen; Begriffsverschiebung von Analyse zu (Cultural) Analytics

"Wahlverwandtschaften?" Metaphern, wörtlich genommen von der Medientheorie

- Gert Mattenklott, Metaphern in der Wissenschaftssprache, in: Helmar Schramm (Hg.), Bühnen des Wissens, Interferenzen von Kunst und Wissenschaft, Berlin (dahlem university press) 2003; wissenschaftliche Metaphern-Wanderung am Beispiel von Goethes *Wahlverwandtschaften*: ein Begriff aus der Chemie auf zwischenmenschliche Beziehungen

- zählt Harald Weinrich die "Wachstafel" unter die Gedächtnismetaphern; tatsächlich konkreter Ursprung: „die für das Harte bestimmte Wahrnehmung muß auch für das Weiche bestimmt sein und meldet der Seele, daß sie zugleich Hartes und Weiches wahrnimmt“ = Platon xxx: 524a; bot sich zur Definition der Seele also die Wachstafel an, jene *tabula rasa*, in welche Altgriechen mit einem Schreibgriffel ihre Notizen und Briefe einritzten; Wachstafel später zur Wachwalze geworden, auf der Stumpfsatz sich grammophon bewahrt: seine Seele zu verlieren, in Wachs - ein medienarchäologisches Möbius-Band von Platon bis zu Edison; nun aber Signale statt symbolischer Schriftcode

- Entmetaphorisierung des Netz-Begriffs; Metapher als "Übertragung": also immer schon "metaphorisch"? beginnt recht eigentlich schon mit dem Terminal des PC; Rechner erscheint nicht als Rechner; Tholen 1999: 70

- Verhüllt oder enthüllt das Interface, die Oberfläche, das Wesen des Computers? der Computer eine signatechnisch zweckoffene Maschine zur Verarbeitung von Symbolen; medientheoretisch zugespitzt: "Der Rechner *ist* nicht einfach als Apparat gegeben, sondern *ek-sistiert*, d. h. tritt hervor in seinen medialen gestaltungen und Oberflächen, die er zu simulieren gestattet, d. h. er lässt sie als Bedienungs"oberflächen" erscheinen. Sein Wesen ist insofern ein nicht-technisches, als der Rechner sich in seinen instrumentierbaren Gestaltunge bereits von sich - als blossem Rechner - unterscheidet, keine simple Identität besitzt. Nur so macht übrigens die Rede von Mensch-Maschine-Schnittstellen einen nicht nur trivialen Sinn."⁴²⁷

- werden also binär kodierte Daten immer schon "übertragen" (metaphorisiert) in Texte, Bilder, Töne, damit menschliche Sinne es begreifen; gibt kein mathematisches Sinnesorgan - es sei denn, das Ohr, insofern es fouriertransformiert und "rechnet" (von Helmholtz, Trasybulos Georgiades)

- das "Verwandlungstempo" der Geräteanwender "ungleich langsamer <...> als das der Geräte", konstatiert Günther Anders in (und als) *Die Antiquiertheit des Menschen* = Bd. 2, zitiert hier nach Martin Stingelin, Sturm auf die Informationsmaschinen?, in: Hans Ulrich Reck (Hg.), Kanalarbeit. Medienstrategien im Kulturwandel, Basel u. Ffm (Stroemfeld / Roter Stern) 1988, 242- (242); gibt es Momente, in denen Mediensysteme längst schon etwas praktizieren, für das die Umgangssprache noch keinen rechten Begriff hat. Aufgabe von Medientheorie ist es, solche Emergenzen rechtzeitig zu reflektieren, das Phänomen in *termini technici* präzise zu fassen. Es gibt Klartext; Leibniz auf der Suche nach einer "characteristica

⁴²⁷ Christoph Tholen, Das Ende der Geschichte im Internet. Eine Entgegnung, in: Geschichte und Informatik 12/2001, 23-34 (31)

universalis", die gerade nicht in Alltagssprache und ihrem Medium, dem Vokalalphabet, sich schreibt - sondern in Zahlen; "Begriffsschrift" von Frege, "maschinelle Notation" von Babbage

- "Kontinuität des Wortes *Medium* als Terminus und Metapher" = Hoffmann: 21;

- unterscheiden zwischen Metaphern „characterized by association and metaphors entailing physical transformation“ = Jay Kaplan, Visual Metaphors in the Representation of Communication Technology, in: Critical Studies in Mass Communication Nr. 7 (1990), 37-47

Prähistorie des Internet? Wilhelm Ostwald und *Die Brücke*

- "Organisation der Organisatoren" (*Die Brücke*) als "multi-mediale" (nämlich auch visuelle Werbung neben wissenschaftlichen Verkehrsnormen umfassende) scheinbare Vorform des Internet = Rolf Sachsse, Das Gehirn der Welt: 1912. Die Organisation der Organisatoren durch die Brücke. Ein vergessenes Kapitel Mediengeschichte, in: Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen e.V., 5. Jg., Heft 1/2000, 38-57; konzipiert Wilhelm Ostwald diese Brücke als Auskunftsvermittlungsstelle, "vergleichbar dem telefonischen Zentralamt in einer großen Stadt " <in seinem Aufsatz "Das Gehirn der Welt, 1912?, zitiert in Sachsse: 44>; das Internet aber hat keine Zentrale. Weshalb Sachsse diesbezüglich nur bedingt von diesem Ansatz als (nämlich) "diskursiven Vorläufer des Internet" schreiben kann <44>: "die Festlegung unscheinbarer, sprachähnlicher Grundstrukturen als Basis oder Transfer-Protokoll eines nicht-hierarchischen, fachübergreifenden, chaotischen Austauschs von Wissenspartikeln und -referenzen" <44>. Operationale Basis dafür sollte die Standardisierung von Druck-, Papier- und Bildträgerformaten sein - multi-medial gedacht. Überhaupt ist der eine Teil der Medienarchäologie die Genealogie von Techniken; der andere aber deren Standardisierung, also massenhafte Durchsetzung. Vereinfachung von Druck und postalischem Versand / Festlegung digitaler Programmiersprachen: stand und steht die Idee eines weltweit gleichmässigen Zugriffs auf Informationen, unabhängig vom Ort und sozialen Kontext der Benutzer. "Wie es schon 1912 heißt" = Sachsse 2000: 44

- tröstet Medienarchäologie nicht durch vorschnelle Analogien, sondern weist die Diskontinuitäten nach, die gerade im Technisch-Logistischen liegen; tritt Differenz zwischen *Die Brücke* und dem Internet in Ostwalds Bemerkung über die nicht-zirkulierbare Überproduktion an Wissen zutage: "Ursache dieses Mangels ist eben das Fehlen eines 'Gehirnes der Menschheit', das Fehlen eines Zentralorgans, welches diese einzelnen Produktionen zueinander ordnet und in geordneter Weise jedem Bedürftigen zugänglich macht" = zitiert in Sachsse 2000: 44 f.

- Computer dadurch definiert, daß er rechnet - das Ostwaldsche "Gehirn der Menschheit" aber eben nicht (kein Medium, sondern ein schlichter symbolischer Apparat); das Internet gerade dadurch definiert, daß es kein

Zentrum hat, sondern sich vielmehr als Maschennetz, als Maschinennetz auszeichnet; "Packet-switching", das jede gesendete Botschaft in Parzellen aufteilt, über verschiedene Wege verschickt und am Ende der Adresse erst wieder zusammensetzt

- dramatisiert Adrian Tobler, *Alexandra und der Pixel*, Basel (Christoph Merian Verl.) 2000 das *Packet switching*. Alexandra und der Pixel suchen den Weg zurück aus Australien; Heimweh; "schleichen durch die Hintertür in die Bank und gelangen durch denselben Druckerstecker wieder in den Computer. Schnell finden sie den Weg zum Modem. An der Schnittstelle zum Datennetz warten sie, bis einige Texte kommen, die den gleichen Weg nehmen müssen. Sie legen sich dazwischen und werden automatisch mitverpackt. Weil die Datenmengen so gross sind, werden sie zerlegt und in verschiedene Einzelpakete eingewickelt - und oh Schreck: Auch Alexandra scheint zu gross zu sein und wird flugs vom Packer auseinander genommen. <...> Schon ist ihr Körper in verschiedene Säckchen verteilt. Ab geht die Post. <...> In der Telecom-Zentrale werden alle Datenpakete wieder zusammengesetzt. Auch Alexandra. Doch wie sieht sie jetzt aus! Den Auspackern ist ein Fehler passiert. <...> Mühsam kriechen sie durch die Festplatte. <...>." Zum Glück gibt es eine Datenklinik. "Zum Abschied gibt Dr. Norton den beiden die genaue E-Mail Adresse mit, damit sie gefahrlos nach Hause reisen können. Als E-Mail verkleidet, gelangen die zwei unbemerkt zurück in Alexandras Computer. Alexandra steigt aus dem Bildschirm, fällt todmüde ins Bett und winkt dem Pixel zum Abschied zu"; Frage nach der medientechnischen Existenzweise von Gegenwart: kein realer Körpertransport (Vehikel) im Raum mehr, sondern Dissipation, Zerstreuung, zwischen-zeitliche Analyse (gleich Vocoder-Stimmen), kein Transport, sondern techno-logische Transformation; keine analoge Signalwandlung" (Transsubstantiation), sondern Umrechnung, Netz-Topologie, Geometrisierung (Bernhard Vief, "Hase / Igel"); Bernhard Siegert, Relais. Geschicke der Literatur als Epoche der Post, Berlin (Brinkmann & Bose) 1993)

- Ostwalds Plädoyer für die Einführung eines geometrisch begründeten "Weltformats" -"metaphorisch <Sachsse 45> dasselbe, was derzeitige Kommissionen zur Festlegung von HTML, Unicode und Datentransferprotokollen umtreibt" = 44; sah die Organisation Die Brücke auch eine Publikation zu stereometrischen Formaten, "Weltformate für Körper" genannt, vor - aber nicht erschienen <Sachsse 45>

Vorläufer Radio?

- "basic organization of the radio communicating system in the Army is the net. The net consists of two or more radio stations located at the headquarters of the units which they serve"⁴²⁸ - analog zu Providern / Servern im Internet heute; ist dieses Netz ("built up of a series of nets starting with the Army amateur net control station" und infrastrukturell durch "inter-linking" charakterisiert) im Unterschied zum Internet

⁴²⁸ Talley, The Army's Amateur, in: Radio News 12 (April 1931), 892- 894, 925 u. 931 (894)

hierarchisch strukturiert: "In military work, there is a "chain of command" over which all orders pass from the highest commanding officer or office to the lowest subordinate. It is most essential that this "chain" be maintained and all correspondence and messages follow the established routine <...>. Therefore, subordinate stations in a net only communicate with each other or the net control station, but never with other stations which are in different nets. However, <...> while it is true that the message could be handled quicker by sending it direct from the originating station to the station at the place of destination, nevertheless, for the speedy dissemination <sic> of information and especially in emergencies, the net organization proves its worth." <ebd.>

Bush (MEMEX), Nelson (XANADU)

- James M. Nyce / Paul Kahn (Hrsg.), From Memex to Hypertext: Vannevar Bush and the Mind's Machine, San Diego / London 1991

- "Vannevar Bush, U.S. director of the Office of Scientific Research and Development during World War II, proposed the memex, a desk containing a microfilm reader and stores of film that would serve as the equivalent of an entire research library. The memex would allow different items in the microfilm collection to be linked together and annotated by the reader. Bush's ideas influenced Ted Nelson, who conceived of the hypertext system that was ultimately fashioned by others into the Web" = Editorial 1997: 50; Hypertext verlinkt nicht mehr vollständige "Seiten" wie bei Bush, sondern auf elementarerer Ebene: Nicht mehr 35mm-Rahmen gibt das Format vor (kinematographische Verkleinerung), sondern Loslösung vom Papierformat, damit Loslösung von der Linearität der Druckschrift; Projekt Xanadu: Topologie der Verlinkungen werden sichtbar dargestellt; über Hypertext hinaus Hypemedia, auch Hypertime; Versions-Chronik von Wikipedia-Einträgen

- im logistischen Kontext von Netz / Web die Rede; Theodor Holm Nelson inspiriert von Vannevar Bush, der seinen "Memory Extender" im Juli 1945 in der Zeitschrift "Atlantic Monthly" unter dem Titel "As we may think" als eine mikrofilmbasierte Informationsverknüpfungsmaschine anpreist, die gerade der Natur des menschlichen Hirns, also der Assoziation, entspricht und einen Indexing-Mechanismus entwirft, der zugleich das Vorbild für die Desktop-Metapher wird - nämlich ein Schreibtisch

- Vannevar Bush, "As we may think" (1945): Memex soll "associative indexing" leisten, "the basic idea of which is a provision whereby any item may be caused at will to select immediately and automatically another."

- "Ein technisch-musikalisches Musiknetzwerk wäre somit nicht ein solches, das akustisches Material in einem Netzwerk verteilt, sondern eher eine technische Umgebung zur Herstellung bzw. Formung von Klängen, die eine Netzwerkstruktur in sich selbst aufweist" = Volmar 2002: 63

- Literatur zwar ein "system of interconnected writings", doch "[t]hese interconnections do not exist on paper except in rudimentary form" = Theodor Holm Nelson, *Literary Machines. The Report on, and of, Project Xanadu*, Sausalito, CA (Mindful Press) 1991, 2/9 - als Fußnoten, die im Ansatz schon Hypertext sind; Nelson 1991: 2/23

- wird der soziologische Begriff technisch, wenn Konnektivität von realen Relais geschaltet

- Differenz von Buchrolle und Kodex; entwickelt Nelson sein Konzept der Links: "Links are intrinsic to documents" (Ergänzung: "It is put in by a human"); definiert als "a connection between parts of text or other material"; dem multi-sensorischen Ereignis einer mittelalterlichen Handschrift näher als dem "heißen" Speichermedium Buchdruck = Nelson 1991: 2/23

- von-Neumann-Architektur (sequentielle Abarbeitung, seriell, algorithmisch) *versus* paralleles Computing / Processing; Vannevar Bush, Memex: Hirn arbeitet assoziativ. Konnektionismus, neuronale Networks. "Der Schritt vom Geist zum Gehirn ist ein Schritt von der Reinheit symbolischer Logik zur Empirie menschlicher Hardware"⁴²⁹, orientiert am simultan prozessierenden Nervensystem: eher Bild denn Rechnung. Gegen Turing-Paradigma: Mensch-als-Papiermaschine (Hirn rechnet wie Turingmaschine) nun neuro-informatische Metaphern des Hirn. Menschliche Signalverarbeitung (neuronal) wird dynamisch, interaktiv, sich selbst organisierend begriffen; dem paßt sich das *parallel distributed processing* im Computer an, "im Gegensatz zum traditionellen *computer memory*"; so können keine bestimmten Stellen mehr (mit Adressen versehen) lokalisiert werden, wo bestimmte Daten abgespeichert sind; "nicht aktivierte *patterns* existieren also auch nicht, doch können sie immer wieder evoziert werden"⁴³⁰; wird jedes Mikroelement konnektionistisch zugleich zur Metonymie des ganzen Systems.⁴³¹

- Ted Nelsons Konzeption der nicht-linearen Indexikalisierung: Hypertext, -media, dargelegt in: *Computer Lib / Dream Machines* (1974)

Netzmetaphern

- statt "Netz": Topologie; "Web" als Metapher für "Net"; werden Unterschiede dieser Techniken nivelliert; auf dem prinzipiellen Unterschied von Netztechnik und Webtechnik beharren

- Lévy's Kritik an Shannon. "Das elementare Schema der Kommunikation wäre nicht mehr `A übermittelt etwas an B´, sondern `A modifiziert eine

⁴²⁹ Norbert Bolz, *Computer als Medium*. Einleitung, in: ders. / Friedrich A. Kittler / Christoph Tholen (Hg.), *Computer als Medium*, München (Fink) xxx, 9-16 (13)

⁴³⁰ Norbert Bolz, *Eine kurze Geschichte des Scheins*, München (Fink) 1991, Cambridge, Mass., 8. Aufl. 1988, 126

⁴³¹ D. E. Rumelhart, *Parallel distributed processing I*, 80

Konfiguration, die A, B, C, D usw. gemeinsam ist" = Pierre Lévy, "Die Metapher des Hypertextes" (1990, in Kursbuch Medienkultur), 528

- naturalisieren organische Metaphern des "Netzes" die technologische, logistische Struktur des Internets

- gegen die textile Netz-Metapher: Verbindungen zwischen Knoten in einem Netzwerk nicht Fäden, sondern Kanäle, in denen Bewegungen zwischen den Knoten geschehen = Axel Volmar, Signalwege. Physikalische und metaphorische Netze in der Geschichte der elektronischen Musik, in: Musik-Netz-Werke. Konturen der neuen Musikkultur, hg. v. Lydia Grün, Frank Wiegand u. a., Bielefeld (Transkript) 2002, 55-70 (55)

- schlägt Serres 1964 das Netz als Modell für die Kommunikation und das Denken vor, ein netzförmiges Diagramm; vier Jahre später werden die ersten vier Rechner des vom Pentagon finanzierten Forschungsverbands zum ARPANET verknüpft; Stingelin 2000: 18 ff.

- "hat Michel Serres topologisch präziser "ein netzförmiges Diagramm" für Kommunikation vorgeschlagen; dies besteht "aus einer Merzhahl von Punkten (Gipfeln), die untereinander durch eine Mehrzahl von Verzweigungen (Wegen verbunden sind" <...>; jeder Punkt hat seine eigene Kraft (die in der Zeit möglicverweise variiert <...>" (Serres 1964, S. 9." Es geht also um reversible Wechselwirkungen, "die zudem nicht nur von Punkt zu Punkt, sondern auch innerhalb der Zeit variiert" <Stingelin 2000: 19> - zeitkritisch

- Ernst Jüngers Metaphorik von elektrischen Leitungsnetzen noch im Reich der Zirkulation analoger Energien, i. U. zum Informationsbegriff nach Norbert Wiener (ungleich Materie ungleich Energie): totale Mobilmachung leitet "das weit verzweigte und vielfach geäderte Stromnetz des modernen Lebens durch einen einzigen Griff am Schaltbrett dem großen Strom der kriegerischen Energie" zu = Ernst Jünger, Die Totale Mobilmachung [1930], in: ders., Sämtliche Werke. Zweite Abteilung. Essays I, Bd. 7, Stuttgart 1989, 119-142 (126)

- Deleuze/Guattari haben für das Internet anstelle des Netz-Begriffs den des Rhizoms gewählt und meinen damit keine biologistische Metapher, sondern eher zelluläre Automaten im Sinne John von Neumanns: "Ein maschinelles Netz endlicher Automaten (Rhizom)" hat - als politische Alternative zu monozentrischen Systemen - „kein organisiertes Gedächtnis und keinen zentralen Automaten und wird einzig und allein durch eine Zirkulation von Zuständen definiert“⁴³²; operiert (wie Gedächtnis aus der Sicht des radikalen Konstruktivismus) sich jeweils aktuell bildend, nicht dauerhaft / speichernd

⁴³² Gilles Deleuze / Félix Guattari, Tausend Plateaus. Kapitalismus und Schizophrenie, a. d. Frz. v. Gabriele Rick / Ronald Vouillié, Berlin (Merve) 1992, 31 u. 36

- Übertragung Deleuzescher Konzepte auf das Internet "nicht frei von einer organisistischen Metaphorik"⁴³³. (K)Ein "Rhizom"; kein Biologismus, sondern eine logistische Maschine. Deleuzes Metaphorik verwischt die Strenge der Berechenbarkeit

Hat das Netz eine linguistische Struktur?

- wird die Struktur der Links als Basis genommen, ist "Kontext", was über Links direkt zugänglich ist, mithin eine rein syntaktische Struktur. "Werden die Links umgebaut, bricht der Kontext zusammen"; zweite Möglichkeit: vom Begriff eines semantischen Kontextes auszugehen. "Dann ist es letztlich das System der Sprache, z. B. in der Formulierung von Such-Begriffen, das einen bestimmten textuellen Umraum erschließt" <Winkler 1997: 373>. Dem steht ein informatischer Begriff von Semantik entgegen, der darin vor allem eine Syntax zweiter Ordnung versteht - vorgeschrieben von der Logik des von-Neumann-Computers und klassischer Programmiersprachen

- "An die Stelle der sprachlichen Reflexion sind heute Rechner getreten. Die Zahlen haben sich verselbständigt und die ma/thematisch strengen und unverbrüchlichen "Zeit- und Raum-Vorstellungen" <...> vollkommen revolutioniert" <Stingelin 2000: 16 f., unter Bezug auf die mathematische Spinnen-Metapher Nietzsches. So ist die Metaphern technisch wörtlich geworden / Fleisch geworden, aber nicht mehr als Wort

- Nietzsche, *Über Lüge und Wahrheit im außermoralischen Sinn*: jedes Wort ist als Abbildung eines sensorischen Nervenreizes schon eine Metapher; Wort eine "Abbildung eines Nervenreizes in Lauten"; diktiert im Sommer 1873 an Carl von Gersdorff: "Alles Wunderbare aber, das wir gerade an den Naturgesetzen anstauen, das unsere Erklärung fordert <...>, liegt gerade und ganz allein nur in der mathematischen Strenge und Unverbrüchlichkeit der Zeit- und Raum-Vorstellungen. Diese aber produciren wir in uns und aus uns <...>. <...> wenn wir gezwungen sind, alle Dinge nur unter diesen Formen zu begreifen, so ist es dann nicht mehr wunderbar, dass wir an allen Dingen eigentlich nur eben diese Formen begreifen: denn sie alle müssen die Gestze der Zahl an sich tragen, und die Zahl gerade ist das Erstaunlichste an den Dingen. Alle Gesetzmässigkeit, die uns im Sternenlauf und im chemischen Process so impoiniert, fällt im Grund mit jenen Eigenschaften zusammen, die wir selbst an die Dingen heranbringen" = Nietzsche 1873/1903, 885 f.

- vermag Topologie "die Punkte im Raum, um deren Verknüpfung es bei der Übertragung geht, singulär in ihrer jeweiligen Eigenheit und Eigenständigkeit zu definieren und die Möglichkeit unmittelbarer Übertragung von jedem Punkt des topologische Netzes an jeden anderen zu beschreiben. Hierin unterscheidet sie sich <...> von der Geometrie [...9" = Lorenz Engell, in: ders. u. a. (Hg.), Kursbuch medenkultur, 129

⁴³³ Martin Stingelin, Das Netzwerk von Gilles Deleuze. Immanenz im Internet und auf Video, Berlin (Merve) 2000, 25

- unterscheidet De Certeau Karten und Touren; Raum eine "intersection of mobile elements". Touren dagegen sind buchstäblich dis-kursiv: "discursive series of operations" (119); Differenz Strategie / Taktik

- "Ein *Raum* entsteht, wenn man Richtungsvektoren, Geschwindigkeitsgrößen und die Variabilität der Zeit in Verbindung bringt. Der Raum ist ein Geflecht von beweglichen Elementen" = de Certeau 1988: 218

Netz- als kybernetische Gesellschaftswissenschaft

- anstelle von Latours ANT des Zusammenspiels von menschlichen und nicht-menschlichen Akteuren als Gesellschaft: umfassender Systembegriff der Kybernetik, *animals* wie *machines* umfassend, als Signalverarbeitung; Karl Küpfmüller, *Die Systemtheorie der elektrischen Nachrichtenübertragung*, Stuttgart 1949

- der „Netzwerk-Macht“⁴³⁴ gegenüber kein Außen mehr. Was vormals Gesellschaftsanalyse war, obliegt nun der Kybernetik; Netz als autopoietisches System / Soziologie mit Luhmann

- Trennung des Netzes als Kommunikationsform und als reale Infrastruktur; Ashcroft, Justizminister der USA, schlug nach dem Terroranschlag auf New York am 11. September 2001 vor, das Internet neu zu konfigurieren: über wenige zentrale, damit kontrollierbare Server⁴³⁵

Internet / Kontrolle

- zwei Körper des Netzes: real implementierte, physisch fest-gelegte Leitungen / Funkverbindungen (W-LAN und Satelliten)

- Macht (Foucaultsches *archive*) des Internet liegt im TCP (Transmission Control Protocol) und im IP (Internet Protocol); nicht-metaphorisch: Lawrence Lessig, "Code is Law" = Lessig, Code: 6; hat sich kommunikationstechnischer Code von Rechtsbegriff gelöst

- gegen basisdemokratischen Optimismus der "open source"-Gemeinde; Grundprinzip des Internet Kontrolle / Protokolle, gerade nicht Freizügigkeit (Alexander Galloway); nicht gegen, sondern m i t diesen Protokollen (demokratisch) rechnen = Protocol: 88

- "soziale" und andere Ausformulierungen des Cyberspace: Wie das kommt, beschreiben TCP/IP und HTTP nicht allein, denn der Raum des Cyberspace gibt Anlass zu Emergenzen, die jenseits des Berechenbaren

⁴³⁴ Michael Hardt / Tonio Negri, *Empire*, xxx, 2002, 187

⁴³⁵ Manuel Castells, Das Netz und sein Werk, in: *Zeitliteratur* (Sonderbeilage zu Die Zeit, Nr. 51, 56. Jg., Dezember 2001), 53-56 (55)

liegen" = Vortrag Dr. Martin Warnke an Kunsthochschule Berlin-Weißensee (KHB), 1. Juni 2004; entfaltet sich ein Algorithmus abhängig von den zu verarbeitenden Daten, mithin unvorhersehbar für Informatik

Netz und Archiv

- wird nun das "Archiv" selbst zur Metapher des Internet; Deleuze: "Ich bin ein reines Archiv des 20. Jahrhunderts"; seine abcdaire / seine Vorlesungen im Internet; dazu Stingelin, Netz / Deleuze, Berlin (Merve) 2000: 10

- Netz und Archiv: Ted Nelson 1974: "The possibility of using a hypertext network as a universal archive is a dramatic development" = Nelson 1974/1987: 33

- Boolesche Google-Suche "Netz-Metapher-Internet"; Internet "weiß" inzwischen selbst um seine eigene Metaphorizität?

Netzstruktur der Bilder

- Bilder "textil" im binären Sinn; anklickbar in Netz-Browsern, verweben sie sich in einer hypertextuellen Struktur; Ted Nelson 1981: 4/15

- "Der Kontextbegriff setzt zunächst relativ stabile Nachbarschafts- (Kontiguitäts-)Verhältnisse voraus; in linearen Texten die Anreihung, und in der 3-dimensionalen Realität das konkrete Nebeneinander im Raum. Auffällig ist nun, daß dieser Typus von Nachbarschafts der n -dimensionalen Netzlogik und dem Ideal sofortiger Veränderbarkeit diametral widerspricht" = Winkler 1997: 373. Dem entspricht die Logik der (Such-)Bilder, für die aber immer noch kaum Suchmaschinen bereitstehen.

- wird mit Frage nach dem Status und der Funktionsweise von algorithmischen Schemata hinter den digitalen "Bildern" analytische Hypothese der kybernetische Informationsästhetik, daß hinter den einzelnen Bildern *Muster* stehen, konkret

Am Ende: das Möbius-Band technischer Metaphern

- haben mittelalterliche Texte "multisensorische, vor allem aber bildhafte Wahrnehmung zu simulieren" gesucht = Wenzel 1998: 128. "Dem Zusammenhang des Zeitalters vor Gutenberg mit dem <audiovisuellen> Zeitalter nach Gutenberg verdankt die Mediävistik ihre besondere Aktualität für die Kulturwissenschaften."⁴³⁶ Nur medienhistorisch erweckt gegenwärtige Multimedialität die Erinnerung an die mittelalterliche Multisensualität; Medienarchäologie hingegen setzt Akzent auf Diskontinuität: das, was trennt, die mathematische Maschine

⁴³⁶ "Einleitung", in: Tervooren / Wenzel (Hg.) 1997: 1-9 (6)

- jenseits der typographischen Festschreibung: "Vincent Gillespie has argued that the contemporary user's experience of hypertext "... seems to me to be similar to a medieval reader's experience of illuminated, illustrated and glossed manuscripts containing different hierarchies of material that can be accessed in various ways" = Rhodes / Sawday 2000: 12, referring to: Vincent Gillespie, Medieval Hypertext: Image and Text from York Minster, in: P. R. Robinson / Rivkah Zim (eds.), Of the Making of Books: Medieval Manuscripts, Their Scribes and Readers. Essays Presented to M. B. Parkes, Aldershot (Scolar Press) 1997, 208 f.

- erliegt Gieseckes Werk über den Buchdruck als "Medien"revolution der Versuchung, das 15. Jahrhundert retroaktiv mit Begriffen der aktuellen Medienkultur zu beschreiben; hat Ivan Illich 1990 davor gewarnt, Begriffe wie "Hardware", "Software", oder "Transformationen der Medien und der Kommunikation" auf die Vergangenheit zu beziehen. "Ich enthalte mich sorgsam der Verwendung neugeschaffener Begriffe zur Erklärung längst vergangener Ereignisse" = Uwe Neddermeyer, Wann begann das "Buchzeitalter"?, in: Zeitschrift für Historische Forschung 20 (1993), 205-216 (206), unter Bezug auf: Ivan Illich, Im Weinberg des Textes. Als das Schriftbild der Moderne entstand. Ein Kommtar zu Hugos "Didascalicon", Frankfurt/M. 1991 [*Paris 1990, L`ère du Livre], 172, Anm. 279

- Differenz zwischen mittelalterlicher und digitaler Multimedialität Bündelung pluraler Sinneskanäle zu einem Kanal: "The general digitization of channels and information erases the differences among individual media. Sound and image, voice and text are reduced to surface effects, known to consumers as interface" = Friedrich Kittler, Grammophone, Film, Typewriter, transl. Geoffrey Winthrop / Michael Wutz, Stanford (UP) 1999, 1

"Intelligente" Strom-Netze

- hängen *online*-Welten am Elektron

- "smart grid" / "digitales Geld"; wird Strom bereits mit dem vollelektronischen Computer intelligent, da er in Informationseinheiten (bits) verrechnet wird. Dem steht unter verkehrten Vorzeichen nun der Versuch gegenüber, Stromkonsum in Leitungsnetzen selbst intelligent zu machen, d. h. wie Daten zu behandeln.

- Projekt IREME; Verbrauchen wird selbst zum Mitproduzent, bei Einspeisung alternativer Energien aus dem eigenen Haushalt. Kritisch: Datenschutz der Kunden; der Stromverbrauch selbst wird zur Information; alte Differenz von Stark- und Schwachstromtechnik (Energieverteilung vs. elektronische Kommunikation) kollabiert, wenn das Stromnetz selbst "intelligent" wird (wie es schon vorher zur Datenübertragung mitgenutzt wurde)

- Problem der (Zwischen-)Speicherung überschüssiger Energie bei dezentraler Lieferung aus alternativen Quellen für Zeiten des Bedarfs;

vormals im klassischen Starkstromnetz, das aus zentralen Kraftwerken kam, kein erhebliches Problem der Schwankungen (allerdings für analoges Fernsehen in DDR kritisch: Schwankungen in der 50 Hz-Frequenz als Synchronisationsform für Bildzeilen in Sender / Empfänger)

- Leitungen einerseits, andererseits Elektromobilität

"Cloud computing" und "soziale Medien" als Herausforderungen an die Medienarchäologie

- kommunizieren "soziale Netzwerke" Inhalte, sagen indes schon im Begriff eine topologische Infrastruktur; demgegenüber medienarchäologische Nutzung des Web: Quellcodes versenden (Subjekt und Objekt der Universellen Turingmaschine / Band), *open source* statt dissimuliert als "Apps"

- verteilte statt idiosynkratische Rechnernutzung: Konzept SETI

- ISO/OSI Kommunikationsmodell offener Systeme; Trennung von Kommunikation, Transport, Vermittlung, Sicherung, Bitübertragung (physikalische Ebene); verschiedene Stufen von De/zentralität

Zeit-Schalter ("statt Timeline") zum Internet

- gründet 1996 Brewster Kahle Internet Archive <http://www.archive.org>

- Eccles' & Jordans Flip-Flop-Schaltung; Veröffentlichung September 1919 "A trigger relay utilizing three-electrode thermionic vacuum tubes," in: The Electrician, Bd. 83, (September 1919), 298

- erste graphische "timeline" in William Playfair, Commercial and Political Atlas, 1786

- "Moore's Law": Packungsdichte von Transistoren in Integrierten Schaltkreisen verdoppelt sich alle 18 Monate; erste Formulierung durch Gordon Moore, Aufsatz 1965

- Unixzeit als Zeitdefinition, 1969 für das Betriebssystem Unix entwickelt und als POSIX-Standard festgelegt; zählt Computerzeit seit 1. Januar 1970

- Oktober 1998: Uhrenhersteller Swatch verkündet die "InternetTime"

- entwickelt Bob Metcalfe 1972 für das Ethernet das Programm für Computervernetzung namens PING, mit dem die Interoperabilität des Netzwerkes festgestellt werden kann

- baut Karl August Steinheil 1839 erste Verwendung einer Hauptuhr, um andere Uhren zu synchronisieren

- "Millenium Bug" 31. Dezember 1999 / 1. Januar 2000

- Schnelle Fouriertransformation, als Algorithmus für Computer entwickelt durch James Cooley und John Tukey, Aufsatz 1965