"NOTIZBUCH: OPERATIVE NUMERIK, LOGISCHE MASCHINEN, ZEIT-DISKRETES RECHNEN, VERNETZTES *COMPUTING*"

Operative Numerik
(Ana-)Logische Maschinen
Vernetztes Computing

Detailliertes Inhaltsverzeichnis (kapitelweise):

Operative Numerik:

DIE ZAHL
Standardisierungsmedien (Die Münze als Medium, Meßmedien)
Die Null als medienepistemisches Ding
Mechanisierung der Zahl (Stellenwertsystem, Null, Lull, Leibniz)
Operative Mathematik im Mittelalter?
Mittelalter "digital"?
Das Zahlenkampfspiel
Dixit Al-Chwarizmi
Übersetzung, Übertragung, "Medien-" / "Mittel"alter
Übertragung von Mathematik: die Null
Zahl, Null und Algorithmus
Ostertafeln: Geburt der Geschichtsschreibung aus der Berechnung

MEDIENMATHEMATIK
Was meint Medienmathematik
Technomathematik (mit / gegen Heidegger)
Schlüsselbegriffe der Medienmathematik
Die Differentialrechnung
Mathematik in Bewegung
Symbolische Maschinen
Medienmathematik spezial: Formeln medieninduzierter Zeit
Das Medium der Integration: Planimeter
Symbolisch operative Mathematik: Das Lesen mathematischer Formeln

TECHNOMATHEMATIK. BERECHENBARKEIT UND *COMPUTING*
- Medium und Computer mit Shannon denken
- Wird Medien- zur Computerwissenschaft?

PROGRAMMIERUNG
Programmieren
Ein Un-Ding: Software
Ein Fundus von Software?
"Implementation", "instanciation"
Kernelemente von Programmiersprachen
Rechnen als Schrift
Computer(spiel)sprachen (Game Circuits Nr. 14)
Poesiefähigkeit von Algorithmen
Zur Ästhetik der Programmierung
Poetische Programmierung der Ästhetik

Objektorientiert programmieren
Instanziierung
Programmierung von Automaten
Definition "Computerprogramm"
"Semantik" in der Programmierung
Paßwortgenerierung
Archäologie der Programmierung
Lynn Hershman, *Conceiving Ada*
Echtzeit in SuperCollider
Programmier(*dis*)kurs
Java / CodeArt
Programmieren im "op code", zeitkritisch
Graphisches / visuelles Programmieren
Figuren der Programmierung. Schreibweisen von Medien
Gesten des Programmierens
Definitionen des Algorithmus
Programmieren auf Maschinenebene (im Binärcode)

(Ana-)Logische Maschinen:

ANALOG, DIGITAL
Sinn und Unsinn von Dichotomien: analog / digital; kontinuierlich / diskret
Zwischen analogen und binären Bauteilen
Was heißt eigentlich "analog"?
Zelluläre Automaten
A/D-Verhältnisse
Buchstäblich "digital"
Zwischen digitalen Momenten: zeitloses Nichts?
Analog-digital-Wandlungen (mechanisch)
Was sich der Digitalisierung entzieht
Sich dem Kontinuierlichen diskontinuierlich nähern
Grenzwertig: Fourier
Zahl und Fluß (Reelle Zahlen)
Kontiniuerlich / diskontinuierlich
Analogiebildungen
"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
In diskreten Zuständen leben, in Übergangswahrscheinlichkeiten (Markov-Ketten) 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
Anästhetik des Digitalen
Archive
Digital versus narrativ? Analoges Erzählen, digitales Zählen
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 Analogen
Digitalisierung der Kommunikation
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"
Schaltung zwischen analog und digital
Halb-digitale Momente des Analogrechners
Eine implizit mathematische Medienphysik
Unwillkürliche Analogrechner / Implizite Differentialmathematik
Der epistemologische Einsatz des Analogrechners
Nicht-numerische Mathematik

SAMPLING
Das Registrierbare und das Registrierte
Zeit-Reste
Kompressionsverfahren visuell
Nyquist-Shannon-Interpolation Formel
Datenverluste in A/D-Umwandlung
Archivischer Rest, technisches Rauschen
Sampling
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
Sampling
Sampling und Quantisieren
Das Sampling-Theorem

ANALOGRECHNER
Analogcomputer als Alternativen zum Digitalcomputer
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
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 und der Analog- respektive Hybridcomputer
Was ist am sogenannten Digitalcomputer überhaupt „digital“?
Informatisierung des Analogcomputers?
Die vergangene Zukunft des Computers: Analogrechner
Rechnen, Hören und Sehen mit klassischer Elektronik: Analogcomputer und Synthesizer in gegenstrebiger Fügung

Diverse Notizen "Analogcomputer"
Elektronische Modellierung neuronaler Prozesse / Simulation
Flugsimulation als Analogcomputing
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)

DIGITAL-*COMPUTING*
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
Geplante Obsoleszenz (Mikroprozessor)
Hardwarenah ausbilden? Informatik vs. Medienpädagogik
Retrocomputing als medienhistorische Hilfswissenschaft
Der Anachronismus von Computerarchitekturen
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
Turing-Zeit
Ray-tracing und -*casting*
Sampling / zeitdiskrete Proben nehmen
Computermedienarchäologie
Papier(rechen)maschinen
Mathematische Maschinen
Grundlagenkrise der Mathematik
Algorithmische Papiermaschinen
Rechenmedien, technologisch begriffen
Logische Maschinen: Kalkül und Computer

LOCHKARTEN- UND RECHENMASCHINEN
Karsakovs *machine à comparer les idées* (1832)
Analytical Engine
Ideenmaschine
Ideenmaschine (Karsakov, Babbage)
Medientheorie konkret: die Maschine bauen
Den Namen schreiben
Arifmometr
Quellen der Medienarchäologie (Fallstudie Karsakov)
(Re-)Präsentation der Schrift: Karsakov 1832
Mathematik *versus* Medium
Im Wechselspiel von Hard- und Software
Das Medienwerden von Notationen und Schaltungen
Logik, Schaltung
Maschinen schreiben: Babbages symbolische Notation und Reuleaux' Kinematik
- Symbolisierung der Maschinen und Papiermaschinen: "mechanical notation"
Schaltalgebra
Exkurs: Rechenmaschinen
Logische Maschinen (Karsakov; Logikus)
Vergleichbare Maschinen von Lull bis Babbage
Alphabetische Maschinen
Ramon Llull
Symbolische Maschinen, algebraische Notation
Albertis Kryptographie
Leibniz 1646-1716
Condillacs Sprache des Kalküls
Babbage, Peirce, Karsakov
Die Lochkarte
Lochkartenmaschinen (Hollerith)
Zwischen Differenzmechanismus und Analyse
Die Difference Engine simuliert
Hegel / Rechenmaschine
George Boole

William Stanley Jevons´ "Logical piano"
Lochkartensteuerung (Musikautomaten, Player Piano)
Lochkartenprogrammierung (Computer)

COMPUTER
Das modellbildende Medium: der Computer
Computing modellbildend für Medienwissenschaft
Turing über ENIGMA
Die "mechanische Prozedur" (Kurt Gödel)
Zwischen Schreibmaschine und Tonband: die Turing-Maschine
(Über)Abzählbarkeit
"Finitheit"
TM-Material
Turing zur Morphogenese
Kosmos "Logikus"
Die Turing-Maschine
Operationen im Symbolischen
Denk-Maschinen
"Elektronenhirn"? Technische Simulation neuronaler Prozesse (Lectron)
Der eigentliche Computer (CPU)
Rechnen mit Quanten
Mehrwertige Logik(maschinen)
Logik / Syllogismus
Zahlen und Buchstaben
Leibniz: Die Kalkulierbarkeit von Literatur
Buch(staben) und Bibliothek mit Borges
Leibniz: *Apokatastasis panton*
Technomathematische Existenzweisen von Medien
Einsicht des Infinitesimalen: Differential- und Integralrechnung
Harte Arbeit am Begriff (Hegel): Maschinen denken und mechanisierte Mathematik
Mechanisierung der Mathematik: der Kalkül
Die aktuelle (Retro-)Perspektive / Mechanisierung der Mathematik
Das Wesen des Computers
Geplante Obsoleszens von Mikrochips
Die "kinematische" Maschine des Zustands
Mit Silizium rechnen (Quantencomputing)
Addieren für Menschen / für Maschinen
Das Nichtkönnen des Computers

ZEIT-DISKRETES *COMPUTING*
- Computerzeit
- Das digitale Jahr-2000-Problem
- Zeitrkritisch programmieren in Assembler
- Der Computer, ein zeitkritisches Medium
- Jenseits des Zeitkritischen? Quantenphysik und -computer
- Der (von Neumann-) Computer als zeitkritisches Medium
- Speicherprogrammierbarkeit und Ping: Der Computer als zeitkritisches Medium und Zeit im Internet

COMPUTERSPIELE

Kriegs- und / oder Computerspiel
Computerspiele und / oder Erzählung
(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)
(Welt-)Raumspiele

EMULATION / SIMULATION
Simulation, Emulation
Die emulierte Turing-Maschine
Simulation und die Frage nach dem S(ch)ein
Emulation (und ihre Differenz zur Simulation)
Der Emulator
Im Unterschied zur Simulation: Emulation des C64
Information und *computing*
Zeitspiele: *Re-enactment* des C64
Computerarchäologische Eskalationen: Emulation und Simulation
Simulation mit dem Analogcomputer
Elektro(mecha)nische Analogrechner
Hard- und Software von Computern als Museumsgegenstand
Modellbildung zwischen Simulation und Emulation
Überlieferung von Computerspielen
ISO image

Vernetztes Computing:

TELEGRAPHIE
Abrupte Anfänge der Telegraphie
Morse-Alphabete; 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

INTERNET
Briefkasten / Netzanschluß
Vorläufer (Rohr-)Post
Vorläufer Radio
Mapping
Von der Kartographie zur Geomatik
"Geburt" *versus* Archäologie des Internet
Packet-Switching

Hypertext
Netzwissenschaft
Die neuen Netze: zeitkritisch
Eine diagrammatische Struktur
Im und als Netz
Von Hypertext zu Hypermedia
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

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ / MACHINE LEARNING
Karsakov *versus* Babbage
Fehlt die Intentionalität: "Mechanisierte Intelligenz"
Symbolische KI
"Counteralgorhythmicity" (Miyazaki)

==========

Operative Numerik:

DIE ZAHL

Standardisierungsmedien (Die Münze als Medium)

- Naturkonstanten in der Physik *versus* arbiträre, symbolische Vereinbarungen (etwa Münzwerte; negentropische Setzung "kulturell"): Wobei es für Physik an und für sich gleichgültig wäre, welche Meßeinheiten man verwendet, "wenn diese nur allgemein benutzt würden und die

Eigenschaft hätten, die man von einer guten Fundamentaleinheit verlangt (Konstanz, Reproduzierbarkeit, Teilbarkeit)" = Konen 1941: 146

- Transformation von Medien als materialem Träger zum Informationsbegriff; Vief 1991

- "*Eine* strukturelle Bedingung / allerdings muß jede Verkörperung des Geldes erfüllen: sie muß die Gestalt eines einfach zu transportierenden, unverderblichen Stückwerks haben, also in Elemente teilbar, mithin diskretisierbar und abzählbar sein. Geld ist der 'Stoff', der auf seine Zählbarkeit hin entworfen ist" = Krämer 2005: 88 f.

- "Die Form des Geldes ist also eine durchaus dinghafte, wobei die Dinghaftigkeit in der Form der Stückhaftigkeit auftritt und damit auch schon durch Berechenbarkeit nuanciert ist" = Walter Seitter, Physik der Medien. Materialien, Apparate, Präsentierungen, Weimar (VDG) 2002, 181 f.; Geld und Zahl stehen nicht nur durch Aufdruck von Wertsymbolen im Bund, sondern schon durch die Materialität des diskreten, also abzählbaren Geldstücks selbst, der Hardware der Mathematik (vgl. *calculi*)

- Wolfgang Heise: Pythagoräische Zahlenharmonie / Münzverkehr, Quantifikation

Die Null als medienepistemisches Ding

- indisches Stellenwertsystem u. a.; dazu Naumann 2001: 22ff) und als physikalischer Ort (Camera Obscura)

- rechnet altbabylonische Kultur mit Stellenwertsystem; Rechnen mit Leerstellen; Wert "Null" kann nur verbal oder logisch beschrieben werden: verbal umschrieben mit Ausdrücken wie "20 minus 20"

- 970 verfeinerter Abakus, indem Mönch auf Kugeln arabische Zahlenwerte schreibt

- entsteht Abakus-Rechnung bei Griechen wie Römern durch Legen von Kugeln in Sand; Wegnahme hinterläßt Null-Form

- vermögen Altgriechen Null epistemologische nicht zu denken; im 6. Jh. n. Chr. Null in Indien von Leerzeichen zu Rechenzeichen; arabischer Gelehrter, der mit indischen Zahlreichen rechnet, Al-Chwarizmi, sein Buch *Al-gabr* (algebraische Grundrechenarten); Araber übersetzen indisches "sunja" ("das Nichts") durch "as-sifr"; bei Fibonacci dann "zero"

Epistemogene Dinge (Meßmedien)

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

- Frosch als Meßgerät (Ampèremeter, vorapparativ; ein kybernetischer Organismus der Mensch/Medien-Kopplung erster Ordnung): "Auf befreundeten Rath habe ich auch versucht, im secundären Leiter die Funkenstrecke durch einen stromprüfneden Froschschenkel zu ersetzen; es scheint aber dieses unter anderen Verhältnissen so empfindliche Mittel unter den gegenwärtigen zu versagen" = Heinrich Hertz, Ueber Strahlen electrischer Kraft, in: Annalen der Physik und Chemie, Neue Folge Bd. XXXVI No. 4 (1889), 769-783 (783)

Mechanisierung der Zahl (Stellenwertsystem, Null, Lull, Leibniz)

- in Maya-Schrift auch Zeichen für Null, unabhängig von indo-europäischer Genealogie

- operative Null als Effekt der "Hardware" des Rechenbretts; Rechnen auf Sand eher eine lose Kopplung / "Medium" im Sinne Fritz Heiders, dem die Inskription Form gibt, In/formation. Mohammed Al-Khwarazmi: "Wenn nichts übrig bleibt (beim Abzählen", so setze das Kreislein, damit die Stelle nicht leer ist, sondern das Kreislein muß sie einnehmen, damit nicht, wenn sie leer bleibt, die Stellen vermindert werden und etwa die zweite für die erste gehalten wird" = zitiert nach Karl Menninger, Zahlwort und Ziffer. Eine Kulturgeschichte der Zahl, Bd. 2: Zahlschrift und Rechnen, xxx, 228

- Rechenbrett ungleich Abakus; Stellenwertsystem samt Null, übernommen von Leonardo von Pisa (Fibonacci) mit seinem *Liber Abaci* (1202), entwertet die Zahl zugunsten ihres operativen Einsatzes: was zählt, ist ihre Mechanik, die "mathematische Prozedur" (Gödel). "Das Zählen im Stellenwertsystem ist eine Art Urmaschine. [...] Im Stellenwertsystem erhält jede Ziffer [...] ihren tatsächlichen Wert erst aus ihrer Stellung der Ziffer innerhalb der Zahl." = Trogemann / Viehoff 2005: 224

- demgegenüber *operative Symbolik* - ein Maschinenwerden der Symbole, übergangsweise seit Raimundus Lullus. Hier unterscheidet sich der Symbolbegriff der Literaturwissenschaft (Symbol, Allegorie) von dem der Medienarchäologie.

- Babbage, Difference Engine operiert mit Differenzen von Symbolen; Raimundus Lullus operiert in *Ars magna* mit Kreis-Mechanik von Symbolen, geradezu algebraisch: neun Grundeinheiten zum Aufbau von Wissen, angeschrieben durch Großbuchstaben B bis K (A bleibt für Gott reserviert, bleibt unbenutzt - ein indirektes Äquivalent zur Null, doch wird mit ihr nicht gerechnet; vgl. Leibniz´ theologische Version der Dyadik). Darauf jeweils sechs Beobachterstandpunkte möglich, demnach diverse Bedeutungen. Zudem mehrere Bedeutungsebenen der Buchstaben, konzentrische Kreise, realisiert als Rad: Mechanisierung von Denken / Wissen; syntaktische Funktion der Zeichen steht über der semantischen; darin sieht Hegel eine Provokation, der er doch das Denken auf den Begriff und nicht auf die Maschine bringen möchte. Letzendlich (während Babbage bereits an seiner nicht mehr nur arithmetischen, sondern speicherprogrammierbaren

Analytical Engine experimentiert) in seiner *Logik*: "Weil das Rechnen ein so sehr äußerliches und somit mechanisches Geschäft ist, haben sich Maschinen verfertigen lassen, welche die arithmetischen Operation aufs vollmenste vollführen. Wenn man über die Natur des Rechnens nur diesen Umstand kennte, so läge darin die Entscheidung, was es mit dem Einfalle für eine Bewandtnis hatte, das Rechnen zum Hauptbildungsmittel des Geistes zu machen und ihn auf die Folter, sich zur Maschine zu vervollkommnen, zu legen" = G. W. F. Hegel, Wissenschaft der Logik, hg. Georg Lasson, Hamburg 1963, Bd. I, 212

- kommt im Digitalcomputer das Rechnen zu sich; "Mechanisierung des Geistes und Vergeistigung der Materie fallen seitdem zusammen" = Friedrich Kittler, Die Nacht der Substanz, Bern (Benteli) 1989, 30 f.

- Ausdruck "wie ein Rad" bei Lullus keine Allegorie, sondern setzt eine materielle, operative Praxis voraus; Leibniz´ *Dissertatio de arte combinatoria* (1666) überträgt operative und zugleich mystische Tradition in ein rein mathematisches Spiel der Kombinationen; Leibniz´ symbolische *ars inventendi*: rein syntaktische Operationen, jenseits von Semantik (das unterscheidet ihn von der Scholastik); nennt diesen *modus operandi* "cogitatio caeca" (blindes Denken), da elementare Zeichen, die selbst keine Bedeutung an sich tragen, wie in der mathematischen Algebra, zu Rechnungen und Lösungen führen; dazu Philippe Codognet, Transgene Archive, in: Sven Spieker (Hg.), Bürokratien, 231 ff.

- ordnet François Viète den Unbekannten (Variablen) Buchstabensysmbole zu (großberschriebene Vokale), und den bekannten Zahlenwerten (Konstanten) großgeschriebene Konsonanten; ferner "+" und "-" als Operationssymbole. Gleichheitszeichen noch verbal: "aequale" - das Vokalalphabet jenseits aller Stimmlichkeit

- binäre Notation von Gottfried Wilhelm Leibniz veröffentlicht 1703; "Dyadik" erläutert in einer Schrift von 1679, deutet an, daß das Rechnen im dualen Zahlensystem von einer Maschine übernommen werden kann: "Eine Dose soll mit Löchern versehen sein, die geöffnet oder geschlossen werden können. Die offenen Löcher seien gleichb edeutend mit einer 1, die geschlossenen mit einer Null. Eine 1 werde durch das Fallen einer Kugel gekennzeichnet, die 0 durch das Nichtfallen. In mehreren Ebenen aufgebaut könnten mit dieser Mschine durch das Verschieben von Spalte zu Spalte Multiplikationen durchgeführt werden" = zitiert nach: Hadwig Dorsch, Der 1. Computer, Museum für Verkehr und Technik Berlin, 10

- Lacan, kybernetische "Tür" / Schaltung, Relais

- "Die von Leibniz beschworene Analogie zwischen Dyadik und schriftlicher Glaubenslehre grenzt an Zahlenmystik" <Trogemann / Viehoff 2005: 226>; sog. Neujahrsbrief vom 12. Januar 1697: Schöpfung Gottes aus dem Nichts

- keine techno-logische Konvergenz; "the story of ancient technology is not part of the story of ancient mathematics" = xxx, zitiert nach: Ellen Harlizius-Klück, *Weberei als episteme und die Genese der deduktiven*

Mathematik - in vier Umschweifen entwickelt aus Platons Dialog Politikos, Berlin 2004, 68

- instrumentelles Rechnen: Schnittstellen von Mathematik und Medientechnik. 82 v. Chr. astronomisches Räderwerk zur Berechnung der Schiffsortung Mechanismus von Antikythera; Astro-Lab Mittelalter

- seit Antike Abakus, rechnet nicht mit Zahlen, sondern instrumentell mit Zählsteinen; um 1000 Erfindung Rechentisch mit bezifferten Rechensteinen durch Gerbert (Papst Sylvester II); 1202 Liber abaci des Leonardo Pisano (indische Schreibweise und Null, dezimaler Stellenwert, "arabische" Ziffern); Übertrag = Bedingung für Mechanisierung in eigentlicher Rechenmaschinen

- K. Menninger, Zahlenwort und Ziffer. Eine Kulturgeschichte der Zahl, Göttingen 1958

- Zähltisch priviliegiert als materiale Grundlage die Entdeckung des Rechnens mit Stellenwert statt nur mit aufeinanderfolgenden Zahlen; "führte auch zur Erfindung der Null" = McLuhan 1964 / 1968: 126; "erst als die Perspektive und der `Fluchtpunkt´ in der Renaissancemalerei aufkamen, nahm die Null die unumgänglich notwendige Eigenschaft von `unendlich´ an"; vorher lediglich "leer, Lücke" = 127, oder umgekehrt? "Der neue Sehraum der Renaissancemalerei beeinflußte die Zahl genauso, wie es die Zeilenschrift Jahrunderte fürher schon getan hatte" <ebd.> - *theoría*

Operative Mathematik im Mittelalter?

- radikale Entsprachlichung, Enttextlichung und Entbildlichung in kleinesten indifferenten Informatinseinheiten, "binary digits" gegenwärtig Bedingung dafür, daß Sprache, Texte und Bilder digital erscheinen können

- Macht des Computers "beruht nicht nur auf der Algorithmisierung - und damit der praktischen Durchführbarkeit - aller erdenklichen Rechenvorgänge, sondern mehr noch auf der erfolgreichen Übersetzung auch von Schriften, Bildern und Tönen in binäre Codes"; damit bislang qualitativ so unterschiedlichen Medien gemeinsam als Zahlen anschreibbar und verfügbar = Horst Wenzel, in: Zs. f. Germ., 2003, 506

- Computer nicht ohne mathematische Kulturtechniken denkbar, diese aber nicht hinreichende Begründung; Mechanisierung von Logik

- "Mit Zahlen ist nichts unmöglich. […] ein totaler Medienverbund auf Digitalbasis wird den Begriff Medium selber kassieren" = Friedrich Kittler, Grammophon - Film - Typewriter, Berlin (Brinkmann & Bose) 1986, 7 f. Übergang von der symbolischen Zahl zu ihrem operativen Einsatz in der Messung in Epoche des Buchdrucks bedeutet die Verschiebung von der körpergebundenen Zahl zur abstrakten Mathematik und zur Verwendung technischer Instrumente = Horst Wenzel, Schrift, Bild und Zahl im

illustrierten Flugblatt, in: Schmitz / Wenzel (Hg.) 2003: 113-133 (123) - Moment, in dem aus körperbezogenen Kulturtechniken genuine Medientechniken werden

Mittelalter "digital"?

- in Zeit des Buchdrucks die körpergebundene Zahl durch die abstrakte Mathematik und die Verwendung technischer Instrumente längst relativiert = Horst Wenzel, Schrift, Bild und Zahl im illustrierten Flugblatt, in: Schmitz / Wenzel (Hg.) 2003: 113-133 (123)

- wie die Regeln des Setzkastens das Bild definieren; die "technisch bestimmenden Zahlen, die dem Layout seine symmetrische Präzision verleihen, werden aber nicht benannt, sie bleiben implizit, verborgen" = Wenzel 2003: 125, verborgen wie das Zahlenwerk von Computern, hinter dem Bildschirm. "Explizite und implizite Zahl korrespondieren jedoch miteinander, sie treten in eine bezeichende Relation der Darstellung und Steuerung" <ebd.> - Interfaces

Das Zahlenkampfspiel

- beruht jedes Computerspiel auf Algorithmen und numerischen Operationen, die gerade hinter der audiovisuellen Oberfläche und den narrativen Plots scheinbar zum Verschwinden kommen, aber in der Interaktivität logisch aufscheinen; Zahlenkampfspiel bildhaft vollzogen, nicht mathematisch-analytisch

- Zahlenkampfspiel "ist uns ausschließlich literarisch bezeugt" = Borst 274; ohne kompelementäre Materialität archäologischer Funde; fragile Unterlage für Zahlenkampfspiele bestand aus Pergament, Holz, oder in Sand; die Steine aus Holz oder Knochen; Wesen solcher logischen Spiele vielmehr immateriell wie Alan Turings Definition des Computers als "Papiermaschine"

- Urkunden aus dem Mittelalter: "so ist doch kein Theil der Urkunden in höherem Maasse der zufälligen Veränderung durch die Ueberlieferung unterworfen gewesen, als die Datirungszeile mit ihren verschiedenne Angaben und Zahlzeichen. Flüchtige Copisten haben oft die einzelnen Zahlzeichen verwechselt oder ungenau wiedergegebene, ungeübte haben sie oft gar nicht oder nur irrig zu entziffert vermocht" = Paul Fridolin Kehr, Die Berechnung der Jahresmerkmale = Teil der die Urkunden Kaiser Ottos III. behandelnden Monographie, die dann in Innsbruch (Wagnersche Universitäts-Buchhandlung) erscheint, 2

- Zahlenkampfspiel bildhaft vollzogen, nicht mathematisch-analytisch; kann gerade in ihrer Äußerlichkeit Mathematik zur Maschine werden. Würfel zeigt 6 Zahlen; erlaubt geometrisch-formale Operation, keine Hermeneutik: "die Spieler brauchten kein Einmaleins, um die Punkte zu erkennen. Brettspiele wie Schach bedienten sich abzählbarer Züge und

geometrischer Konstellationen; mathematisches Denken erleichterte Spielern die geistige Konzentration. Dennoch waren auch sie nicht auf Zahlenkunde angewiesen. Würfelspieler und Brettspiele wichen vielmehr der Mathematik möglichst aus" = Borst 267

- interessiert sich Moritz Cantor Ende des 19. Jahrhunderts für mittelalterliche Zahlenkampfspiele im Zuge wissenschaftsgeschichtlicher Erinnerung an frühe Mathematik und Naturwissenschaft; verläuft Kulturhistorie als Medienarchäologie in Rückkopplungsschleifen, rekursiv

- (kultur-)technische Gesetzen der Überlieferung des Mittelalters selbst; Edition der Quellentexte zum Zahlenkampf besonders überlieferungskritisch, denn neben die Signale aus der Historie zur operativen oder spielerischen Verwendung von Arithmetik im Mittelalter tritt der *random noise* der Manuskriptüberlieferung im Kanal der Tradition; spielt hier deshalb eine verschärfte Rolle, weil im Zahlenspiel kein Verschreiben gestattet ist - wozu erst der Buchdruck eine standardisierende Differenz setzt; mit dem typographischen Buchdruck werden Zahlen präzise reproduzierbar, die Bedingung mathematischer Überlieferung

Dixit Al-Chwarizmi

- markieren mathematische Operatoren das Ende des Mittelalters; koinzidieren mit der Gutenberg-Ära auch auf Hardware-Ebene: Rechnen mit dem Abakus ("the counting frame") *versus* Rechnen auf Papier. Wettstreit um Rechengeschwindigkeit zwischen *abacists* and *algorists*. "The second word is closely related to our modern *algorithm* for a step-by-step recipe for carrying out some calculation" = xxx, Signs for Sums, http://www.worldwidewords.org/articles/signs.htm. Sichtbar hier die Null als Symbol; in Gregor Reisch, *Margarita Philosophica* von 1503: Boethius rechnet mit Null und mit Brüchen, während Pythagoras beim Abakus verbleibt (mobile Leerstelle); ersetzt Algebra auch auf mechanischer Ebene das Rechnen mit Abaci und Linien (Adam Ries/e)

- Al-Khwarazmis Schrift (780-850?) im Original verloren, doch lat. Ausgabe "Algorithmi de numero Indorum"; Latinisierung des Verfassernamens, seitdem zum *terminus technicus* geworden; (a)nonym übertägt sich das indische Stellenwertsystem ins Abendland. Auch Algebra gelang in den Westen vermittels Al-Khwarazmi: arab. "al-jabr" = Reduktion von Termen bei der Auflösung von Gleichungen

- Gerhard Kropps *Geschichte der Mathematik. Probleme und Gestalten*, Wiesbaden: Aula, 1994: 61 ff.: zeichnet sich Beginn der Frühneuzeit durch mathematische Demarkierung als Abwendung vom Mittelalter ab; macht Gutenbergs Buchdruck (Elisabeth Eisensteins *Printing Press as an Agent of Change*) Differnz in der Exaktheit, da er nicht nur antike Werke massenhaft wiederauflegbar macht (Euklids "Elemente" etwa, lateinisch 1482 durch E. Ratdolt), sondern vor allem auch die exakte Wissenschaft Mathematik

durch notwenidg exakte Zeichen exakt reproduziert. Kaufmännische Bedürfniusse vor allem in Oberitalien ("Cossisten" von "ars rei / causa) und der Beginn perspektivischer Malerei (Albrecht Dürers "Underweysung der Messung mit dem Zirkel und richtscheyt", 1525) fordern nach einer neuen Mathematik

Übersetzung, Übertragung, "Medien-" / "Mittel"alter

- Veto des Historismus gegen Versuchung, Medienbegriffe der digitalen Medienkultur rückzuübertagen ("digital retro-action"), dgg. Zeitfigur der Gleichursprünglichkeit; techno-logische Differenz von Computer als *lógos* und *computing*: als tatsächlicher *techné*: "aus der Unzeit des Modells in die Gegenwart des Mediums wechseln" = Stefan Höltgen, End/Zeit/Ge/Schichten des Computers. Von den Apokalypsen des Computers und der Unendlichkeit des Rechnens, Vortrag (TS) Wien, Tagung zu *(Post)Apokalypsen*, 23. September 2017

- Computer als Universalmedium gar nicht mehr (wie zuvor) als spezifische Medientechnik faßbar? "Dem Computer liegt eine eigentümliche Existenzweise zugrunde, [...], dass er der einzige Apparat ist, dessen Zweck darin besteht nicht das zu sein, was er ist. [...] Werkzeug bleibt der Computer als solcher allein für denjenigen, der ihn modifiziert oder programmiert. Für alle anderen verschwindet er hinter seinen Nutzungsweisen in einer Black Box" = Höltgen TS 2016 einleitend; tatsächlich eine Operationen, bei denen der in realer Physik implementierte Computer *bei sich* ist: der tatsächlich durchgeführte Algorithmus (auf den in der Tat alle anderen sim-/emulierten "Medien" zunächst zurückgeführt werden, um dann computerrechenbar zu sein) das We(i)sen des *computing*; hat Turing 1936 seine symbolische Maschine entwickelt, um Emulierbarkeit bestimmter anderer "Maschinen" = Algorithmen zu praktizieren

- W-LAN; Mobilfunk als Pendant zu Mobiltelephonie (telegraphisches Dispositiv *alias* "online"); mithin "Radio" im Zustand von *computing*; einmal algorithmisiert, elektromagnetische Sendung schlicht Kanal, Extremform / Extension von Leitungen / "Bus" im Prozessor

- "Verschwinden" des Computers in *ubiquitous computing* einerseits, Miniaturisierung (Moore's Law) andererseits (ein-Elektronen-Rechner)

- historistische Versuchung, "nach einer nichtdigitalen Vorgeschichte des Hypwertextes zu fragen. [...] weil der Begriff Hypertext selbst, der in den 60ern von Nelson geprägt wurde, eine mögliche Vernetzung literarischer Texte diskutierte" = Wenzel 2003: 132

- "Paper hypertext is neither new nor especially significant. True hypertext is electronic text, and this is the centre of Nelson´s conception" = David Burnley, Scribes and Hypertext, in: The Yearbook of English Studies 25 (1995), 41-62 (56); Theodor Holm Nelson, Literary Structures, 5. Aufl. Swarthmore, PA, 1983

- bei Übersetzung arabischer Texte zu Mathematik und Geometrie (selbst meist Übersetzung aus dem Griechischen, aus Syrien) ins Lateinische. „The literary defects of a literal translation are obvious, but if an interpretative translator does not understand the text, or does not understand it fully, the result can be worse" = Richard Lorch, Greek-Arabis-Latin: The Transmission of Mathematical Texts in the Middle Ages, in: Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, Preprint 82 (International Workshop: Experience and Knowledge Structures in Arabic and Latin Sciences, Berlin, Dezember 1996), 3-6 (5); herrscht bei literarischen Texten große Fehlertoleranz, bei mathematischen Symbolen nicht, wie in der Welt der Programmierung: ein *bug* zerstört gleich den ganzen Sinn. Al-Kindi insistiert daher darauf, bei Überstzung aus dem Griechischen die Ordnung der Worte beizubehalten, selbst auf Kosten des Stils. „Even in the case of unambiguous translation there are problems. One is the existence of revisions, sometimes by the translator himself“ = ebd., 4; diagrammatisches Schema bleibt in Übersetzung erhalten, da nicht interpretierend, sondern operativ nachvollzogen

Übertragung von Mathematik: die Null

- altgriechische Zahlenbegriff "speiste sich aus dem Erfahrungsfeld der Rechenbrettechnik" sowie der akustischen Saite, "welches die `arithmoi´ als Anzahlen abzählbarer Einheiten vergegenwärtigte" = Krämer 2005: 93, unter Bezug auf: Jakob Klein, Die griechische Logistik und die Entwicklung der Algebra, in: Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik, Astronomie und Physik 3, 1 (1935), 18-105; 3, 2 (1936), 122-235

- "In Opposition zu dieser mathematischen Tradition bricht sich im Zuge des Gebrauchs der indisch-arabischen Ziffern und der / ihnen korrespondierenden schriftlichien Rechentechnik im Europa der frühen Neuzeit ein neues Zahlenverständnis Bahn: Als Zahl gilt nicht mehr das, was sich im Abzählen gegenständlicher Einheiten gewinnen läßt, sondern zur Zahl wird, was als Referenzobjekt eines Zeichenausdrucks gedeutet werden kann, der mit den Mitteln eines kalkülisierbaren Zeichensytems regelgerecht ableitbar ist" = Krämer 2005: 93 f.; Simon Stevin bricht "im Namen der Null" (Krämer) um 1600 mit dem antiken Zahlenverständnis: "In der griechischen Zähltechnik, die sich am Auslegen von Rechensteinen orientierte" - also der Anschaulichkeit verhaftet blieb -, "fungierte die Eins, die zugleich die Einheit, also `monas´ und `arché´ war, als Ursprung der Zahlen bzw. als deren Bildungsprinzip. Stevin nun verlegt diesen Ursprung, den er `principium´ nennt, in die Null, die für ihn der `wahre und natürliche Anfang´ der Zahlen ist" = Krämer 2005: 94, unter Bezug auf: Simon P. Stevin, The Principal Works of Simon Stevin, hg. v. D. J. Struik, Amsterdam 1958, 400

- Zeichen für die Null vielleicht der Angangsbuchstabe des griechischen Wortes für "nichts" (*ouden*) = Kropp 1994: 51; beim Programmieren die Verwechslung der Taste für den Buchstaben und die Ziffer (O / 0) fatal. Darstellungen der Null seit frühem 9. Jh.; Positionssystem seit 7. Jh.;

Anekdote Lev Manovich aus Moskau; alternativ: Null der negative Abdruck, den ein Kieselstein (calculus) im Sand (!) hinterläßt; Gloria Meynen, über Sand als Grundlage für Al-Chwarizmis Operationen auf Tafeln

- Rechenbrett durch Spalten in verschiedene Einheiten aufgeteilt: Hundertausender, Zehntausender, Tausender, Hunderter, Zehner. "Ein Nichtvorhandensein eines Zahlsteins ist augenscheinlich. Wo aber Zahlen auf Papier geschrieben werden [...], da kann eine Zahl wie 4019 ohne Zeichen für keinen Hunderter schnell zu einer 419 werden" = Fröhlich 2003: 148. "Und so stellt sich das Aufkommen der Null nicht nur als wisenschaftsgeschichtliches, sondern auch als mediales Phänomen dar" = ebd.

- führt kein Weg direkt vom Rechnungsbuch zum Schaltkreis, sondern erst die Aufeinanderlegung Boolescher Logik und Relais-Schaltungsverhalten (an/aus) in Masterarbeit von Claude Elwood Shannon 1937

- techno-mathematische Medien = Verschränkung von Logik und Materie. Von daher die medienarchäologische Aufmerksamkeit für die Frage, ob die zögerliche Einführung und Aufwertung der Null an der mangelnden "Greifbarkeit" respektive Materialität von linearer Schrift im Vergleich zur tabellarischen Mehrdimensionalität des Rechenbretts mit seinen Hornsteinen lag = Jürgen Fröhlich, *Meßkram* oder Die Einwanderung der Null in den modernen Schaltkreislauf über das spätmittlalterliche Rechnungsbuch, in: Ulrich Schmitz / Horst Wenzel (Hg.), Wissen und neue Medien, Bilder und Zeichen von 800 bis 2000, xxx (Erich Schmidt) xxx, 135-158 (71)

Zahl, Null und Algorithmus

- Zahl & Zeit ergibt getaktetes *computing*. "In der Zahlenreihe sind Vorwärtsschreiten und Rückwärtsschreiten [...] wesentlich verschiedene Vorgänge, wie die Folge der Wahrnehmungen in der Zeit, während bei Linien, die im Raume dauernd und ohne Aenderung in der Zeit bestehen, keine der beiden möglichen Richtungen des Fortschreitens vor der andern ausgezeichnet ist" = Hermann von Helmholtz, Zählen und Messen, erkenntnistheoretisch betrachtet, in: Philosophische Aufsätze, Eduard Zeller zu seinem 50jährigen Doctor-Jubiläum gewidmet, Leipzig (Fues) 1887, 15-52 (22); das zeitkritische Defizit der geometrischen statt arithmetischen Ausrichtung altgriechischer *mathesis*

- Arithmetik: "mittels dieses Zeichensystems der Zahlen geben wir Beschreibungen der Verhältnisse reeller Objecte, die, wo sie anwendbar sind, jeden geforderten Grad der Genauigkeit erreichen können" = Helmholtz 1887: 20; Unterschied geometrisierender Analogcomputer

- komputative Redaktion / Abstraktion / Modellierung von physikalischer Welt: "Wenn wir ein physisches Verhältniss als benannte Zahl auffassen, haben wir aus dem begriff ihrer Einheiten auch alles entfernt, was ihnen

als verschieden in der Wirklichkeit anhaftet. Sie sind Objekte, die wir nur noch als Exemplare ihrer Classe betachten" = Helmholtz 1887: 52; Paradigma objektorientierter Programmierung

- "über die erkenntnisstheoretischen Grundlagen" von Zählen und Messen = Helmholtz 1887: 17

- drei mathematische Disziplinen: Arithmetik, Geometrie, Mechanik = Kronecker 1887: 264; beide letzteren lassen sich ihrerseits arithmetisieren = 265. Gegenstand der Arithmetik, "die Zahl, b l o s s unseres Geistes Product, während der Raum ebenso wie die Zeit auch a u s s e r unserem Geiste eine R e a l i t ä t hat, der wir a priori ihre Gesetze nicht vollständig vorscheiben können" = Leopold Kronecker, Über den Zahlenbegriff, in: Philosophische Aufsätze, Eduard Zeller zu seinem 50jährigen Doctor-Jubiläum gewidmet, Leipzig (Fues) 1887, 261-274 (265)

- Null, Lücken, Leere: McLuhan 1968: 126 f.

- Begriff "Algorithmus = Logic + Control " = B. Dotzler, *Papiermaschinen*

- Hardware-Abhängigkeit von Rechnern am Beispiel des Übertrags beim Addieren; Problem, das erst auftrat, nachdem die (römische) Bündelung von Zahlen durch das indische Stellenwertsystem ersetzt wurde (nur mit Nullen, dem Wort für "Ziffer", realisierbar). Abakus ist keine Rechenmaschine, da er keinen Übertrag leistet, im Unterschied zur Maschine Schickards, die - so derselbe 1623 an Kepler - "ganz von selbst" überträgt (mithin der Begriff des *Auto-maten*)

- operative (nicht nur symbolische, ästhetische) Zahl dem Mittelalter fremd? Frage nach der Zahl im Mittelalter, weil die Gegenwart von Rechnern definiert wird. Form des Computers aber ist genau die Differenz zur Zahl im Mittelalter. "In der Geschichte der Wörter hat der Computer den Computus ums Leben gebracht" = Borst 1990: 103, nicht nur begriffsgeschichtlich

Ostertafeln: Geburt der Geschichtsschreibung aus der Berechnung

- kulturtechnische Kontinuität vs. technologischer Bruch; geht Zeit(be)rechnung der Mechanisierung, der eigentlichen Medien-Werdung von getakteten Uhren voraus? buchstäblich "elementare" (Alphabet, Euklids *Elementa*), zur mathematischen Berechnung zwingenden Herausforderung an das mittelalterliche liturgische Verständnis die Berechnung des Ostertermins

- heißt *computare* in der römischen Kaiserzeit "an den Fingern abzählen"; römische Zahlzeichen menschlichen Händen nachgebildet = Borst 1990: 20, mithin körpergebundene Kulturtechnik; davon löst sich symbolisch-algebraische Operation; gelangt von Rom Fingerzahl in die mittelalterliche Festtagsberechnung, Bedas *De temporum ratione* (725)

- hatten Annalistik und Chronik "its origins in the Benedictine preoccupation with the careful regulation of time" = M. T. Clanchy, From memory to written record, London (Arnold) 1979: 78

- medienarchäologische Diskontinuität: "Fragwürdig ist die [...] versuchte Einordnung des Computers in die Kontinuität der mittelalterlichen Räderuhr. [...] von Uhren unter/scheiden sich Computer gründlich. Sie bringen dank ihrer Kapazität, die alles auf einmal zu erledigen scheint, Zeit eher zum Verschwinden als ins Bewußtsein. Die Symbole, mit denen sie Zeit ausdrücken, sind nicht wie bei Räderuhren `analoge´, stufenlos vorrückende Zeiger" - tatsächlich mechanisch minimal diskret - "`rund um die Uhr´, sondern wechselnde `digitale´ Signale, die auf Abruf in abgehackten Zeilen aufleuchten" = Borst 1999: 104 f.

- "Jahr-2000-Problem" hardwaretechnisch gesehen; operierten DOS-basierte Rechner aus medienarchäologischer Perspektive speicherökonomisch mit einer sechsstelligen Datumsangabe, etwa 12.10.83 (i. U. zum achtstelligen Mac-System) = Fröhlich 2003: 155

MEDIENMATHEMATIK

Was meint Medienmathematik

- „Nimm allem die Zahl und alles zerfällt“ (Isidor von Sevilla); beschreibt Diskrete Mathematik endliche, unterscheidbare, definierten Zustände; hat kombinatorische Sachverhalte zum Gegenstand

- Operatoren: Δ,,∞,$\neq$,$\leq$,$\geq$,f, $\sqrt{}$; "radikale" Medienarchäologie in diesem operativ-symbolischen Sinne
- wird Mathematik für Medienwissenschaftler nicht aus Prinzip vermittelt, sondern als Notwendigkeit in dem Moment erlebt, wo intuitives Experimentieren mit dem Basteln eines elektrischen Schwingkreises dazu führt, nach handhabbaren Daten für die Kombination von Induktion und Kapazität in Spule und Konendsator zu suchen, um nicht im Dunkeln zu tappen; kommt etwa das Thomsensche Gesetz zum Einsatz (Schwingungsgleichung); Michael Faradays intuitives, experimentales Vorgehen mit elektromagnetischer Induktion; demgegenüber James Clerk Maxwells Mathematik, die erst zu Heinricht Hertz führt, und damit zum Rundfunk. Physiker wie Edward Hughes und George Gabriel Stokes bemerken bereits 1879, daß sich ein entfernter Funkenüberschlag in einem Telephon (im Stromkreis) als Knacken bemerkbar macht. "Diese Physiker hatten, ohne es zu wissen, mit schnellen elektrischen Schwingungen und somit auch mit elektromagnetischen Wellen experimentiert. [...] aber in Verbindung mit der ihnen wenig bekannten Maxwellschen Theorie brachten sie ihre Beobachtungen nicht. Ihnen fehlte so die Grundlage für eine Weiterentwicklung" = Wolfgang Schreier, Die Entstehung der Funktechnik, München (Deutsches Museum) 2. Aufl. 1997, 15

- Gleichursprünglichkeit *versus* Wissensgeschichte; technisches Wissen auf dem jeweiligen Niveau ihres historischen Gegenstandes betreiben

- Zusammenhang von Medien und Mathematik ein zwiefacher, von Innen- und Außenseite: einerseits die Berechnung von elektronischen Prozessen aus Sicht ihrer Bauteile (durch Differentialrechnung); andererseits die mathematische Berechnung von Welt mit Hilfe elektronischer Rechner

- etwa Ladungszustand eines Kondensators in Abhängigkeit vom Stromfluß: "Ein Kondensator der Kapazität *C* (Farad) wird von einer Elektrizitätsquelle vom Potential *E* (Volt) über einen induktionsfreien Widerstand *R* (Ohm) geladen; Ladung *Q* (Coulomb) zur Zeit *t* (Sekunden) durch eine lineare Differentialgleichung bestimmt = E. L. Ince, Die Integration gewöhnlicher Differentialgleichungen, Mannheim / Wien / Zürich (Bibliographisches Institut) 1956, 24

Technomathematik (mit / gegen Heidegger)

- reduziert technologischer Medienbegriff Medien nicht auf materielle Apparate, sondern berücksichtigt auch ihr zweites Element: Mathematik; technische Medien nicht nur Dinge (Artefakte), sondern vor allem Verfahren / Algorithmus . Medienarchäologie schaut dabei auf die operative, weniger die performative Seite. Die generative Grammatik untersucht Erzeugungsverfahren nach Regeln. "Mit der Kalkülisierung des Rechnens im dezimalen Positionssystem wird der Gebrauch einer *operativenSchrift*, die zugleich Sprache der Zahlendarstellung *und* Technik des Zahlenrechnens ist, zu einer alltäglichen Praktik" = Sybille Krämer, Über das phonographische Schriftverständnis hinauskommen!, Einleitungsstatement zur Tagung *Schrifttechnik - Kulturtechnik*, 17. / 18. Februar 2003, Hermann von Helmholtz-Zentrum für Kulturtechnik, Humboldt-Universität zu Berlin; erst der Computer verarbeitet diese Zeichen in der Zeit (als Signale) - der ganze Unterschied zur Schrift

- "Mit dem Horizont von Berechenbarkeit steigt expontentiell auch die Kontingenz" = Hartmut Böhme, Im Anschluß an Vortrag Wolfgang Schäffner über die Wissensgeschichte von Euklids *Elementa*, 4. Februar 2008, HU Berlin (Sophienstraße)

- technomathematischer Akzent von Medienarchäologie; Kulturwissenschaft eher auf Seiten der Diskursanalyse; für Analyse algorithmischer Medien Nachvollziehbarkeit der mathematischen Formalismen unabdingbar; zugleich den Kontingenzen des Realen auf der Spur, gegenüber den Ungenauigkeiten und Vieldeutigkeiten der verbalsprachlichen Medienwissenschaft "Sprache" der Kalküle (Vision Leibniz)

- "Heidegger ist zwar Assistent des Mathematikers und Philosophen Husserl gewesen, bleibt jedoch in seinem '*Schrifttum*' weit davon entfernt, Leser für die Erkenntnisfrm der Mathematik sensibilisieren zu wollen. Er geht vom Gegenteil aus, nämlich daß man über das Wesen der

Mathematik und der Naturwissenschaft nachdenken kann, ohne sich mathematische und naturwissenschaftliche Kenntnisse anzueignen" = Nils Röller, Hermann Weyl (1885-1955). Nomadentum in der Philosophie der Mathematik und Naturwissenschaft, in: LAB. Jahrbuch xxx für Künste und Apparate, Köln (Walther König) 2xxx, 97-105 (101); wird diese Ferne als (Heideggersche) Ent-Fernung für das Denken von Mathematik und Technik erst konstitutiv. "Allein, das Wesen der Technik ist selbst nichts Technisches", schreibt er in seiner Bremer Rede über "Das Ge-Stell" (1949) = Martin Heidegger, Das Ge-Stell, in: ders., Vorträge 1949 und 1957, hg. v. Petra Jaeger (= Bd. 79 Bremer und Freiburger Vorträge der Gesamtausgabe), Frankfurt / M. (Vittorio Klostermann) 1994, 24-45 (34). "Heidegger reduziert die Mathematik auf die Kunst der Berechnung und die Naturwissenschaft auf die Technik der Vermessung" = Röller ebd., 104

Schlüsselbegriffe der Medienmathematik

- bedarf medientechnische, zumal elektrodynamische Prozesse zu durchschauen eines Minimums an *mathesis*. "In diesem Buch haben wir mathematische Symbole und Rechnungen / soweit wie möglich vermieden, obgleich wir an verschiedenen Stellen gezwungen waren, mit ihnen einen Kompromiß zu schließen" = Wiener 1948 / 1968: 127 f., denn es gibt medienepistemische "Dinge, für die die Symbolik der Mathematik die geeignete Sprache ist. Wir könnten sie nur durch lange Umschreibungen vermeiden [...]. Der beste Kompromiß [...] ist, die Symbolik durch eine ausführliche wörtliche Erklärung zu ergänzen" = ebd., 128. Konkret heißt dies in der anderen, hybrid verbal-symbolischen Sprache der Medientheorie: "Es soll $f(t)$ eine Funktion der Zeit t sein, wobei t von -<Zeichen für "unendlich"> bis +<Zeichen für "unendlich"> läuft" = ebd.; in LaTech Formeln und Diagramme - neben der verbalsprachlichen Argumentation - Werkzeuge der medienarchäologischen und -theoretischen Analyse

Die Differentialrechnung

- "dass erst die neuzeitliche Mathematik Prozesse als Prozesse beschreiben kann, infinitesimal, [...] mit beliebiger Annäherung ans Kontinuum oder ans Reelle" = Rock Me, Aphrodite. Antje Wegwerth im Interview mit Friedrich Kittler (24.05.2006), http://www.heise.de/tp/r4/artikel/22/22695/1.html; betreffen Differentialgleichungen das Verhältnis zwischen verschiedenen meßbaren physikalischen Größen und dem Maß ihrer Veränderung in Raum und Zeit: Ströme, Spannungen, die Rotationswinkel von Wellen, oder Größen anderer Art = Norbert Wiener, Mathematik -Mein Leben, Düsseldorf / Wien (Econ) 1962, 119

- zunächst Analogrechner die dafür geeignete mathematische Maschine; Wieners Erinnerung an Differential Analyzer: "In Bushs Maschine wurden Zahlen nicht als Folgen einstelliger Ziffern, sondern als Meßwerte dargestellt. [...] Die Analogiemaschine mißt, die Digitalmaschine zählt" <ebd.>. Die Leistungsfähigkeit von Analogcomputern steht und fällt mit

der Zeitachse; sie sind "lediglich in der Lage, Veränderungen zu beschrieben, 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; mit Blick auf das Wesen von elektromotorischer Kraft, also Strom: Mathematik aller in Raum und Zeit variierenden Größen liegt auf dem Gebiete partieller Differentialgleichungen = ebd., 74; meint Differenzieren, Momentaufnahme einer Umgebung um einen Punkt herum in der Zeit minimierend zu umkreisen, infinitesimal

Mathematik in Bewegung

- zerfällt ein Algorithmus, als notierter, an sich in seine Zeilen, seine Schritte; erst in reale, bewegungsfähig Materie implementiert, wird er zur Medienmathematik; auf halbem Weg zur symbolischem Maschine die Sprache der Kalküle seit Leibniz

- mathematische Analyse von Weltbewegungen entwickelt "Scheinbilder" (im Sinne der Definition von Heinricht Hertz) und Modelle, vor deren Hintergrund die Analyse sie dann "durch den `Kinematographen' der mathematischen Kalküle spult" = Walter R. Fuchs, Knaurs Buch der modernen Physik, München / Zürich (Droemer Knaur) 1965, 135; Implementierung von Kalkülen in Maschinen (als Computer) eine Kinematisierung von ansonsten rein statischer Mathematik; kommen "Scheinbilder" zustande nicht allein im Sinne von diagrammatischen Modellen, sondern vielmehr wie der Bewegungseffekt im Kino ab 16 Einzelbildfolgen pro Sekunde

- Analyse der Gehbewegung durch die Gebrüder Weber

Symbolische Maschinen

- "Die Zahl ist ein unsinnlicher Gegenstand, und die Beschäftigung mit ihr und ihren Verbindungen ein unsinnliches Geschäft [...]. [...] da der Zahl nur der äußerlche, gedankenlose Unterschied zugrunde liegt," - Lacans *alphabetîse*; Hilbert -" wird jenes Geschäft ein gedankenloses, / mechanisches." = G. W. F. Hegel, Wissenschaft der Logik, vol. 1: Die Lehre vom Sein (1832), ed. Hans-Jürgen Gawoll, Berlin (Akademie-Verl.) 1990, 230

- "Weil das Rechnen ein so sehr äußerliches und somit mechanisches Geschäft ist, haben sich Maschinen verfertigen lassen, welche die arithmetischen Operation aufs vollmenste vollführen. Wenn man über die Natur des Rechnens nur diesen Umstand kennte, so läge darin die Entscheidung, was es mit dem Einfalle für eine Bewandtnis hatte, das Rechnen zum Hauptbildungsmittel des Geistes zu machen und ihn auf die

Folter, sich zur Maschine zu vervollkommnen, zu legen" = G. W. F. Hegel, Wissenschaft der Logik, ed. Georg Lasson, Hamburg 1963, Bd. I, 212

- Medienmathematik als symbolische Alternative zum lötend-intuitiven Vorgehen (und erledigt sich mit der Miniaturisierung von elektrotechnischen Bauteilen auf Integrierten Schaltkreisen, die überhaupt nur noch auf Software-Ebene manipulierbar sind): "Der Amateur ist mehr und mehr bestrebt, die in seiner Praxis vorkommenden Aufgaben mathematisch zu lösen"; konkret gemeint damit "das Handhaben des Rechenstabs" - also Analogrechnen" = Otthermann Kronjäger, Amateuertechnik. Formeln, Diagramme, Anwendungsbeispiele, Berlin (Militärvrlag) 1973, 16

- Hantieren mit elektronischen Bauteilen am Radio, bis daß es wieder Sendung empfängt, als unwillkürliches, implizites Rechnen, gleich den Operationen eines Analogcomputers mit ähnlichen Bauteilen

- setzt Turing von Hilbert ausgehend voraus, daß mathematische Operationen bis hin zur Mechanisierbarkeit vereinfacht werden können, sprich: Rechnen ohne zu denken

- zeichnen sich symbolische Maschinen durch ihre Zweidimensionalität aus, existieren als Zeichnung - allerdings damit nicht in der Zeit; erlauben die symbolische Modellierung einer maschinalen Operation, gleich der von Charles Babbage entwickelten "Symbolischen Notation" seiner Analytical Engine

- symbolische Notation als medienarchäographische Argumentationsform

- Unterschied zwischen einer thermodynamischen und einer symbolverarbeitenden Maschine ein entscheidender; liegt im Wesen von Shannons Umdefinition der "Entropie" als Maß von Information

- techno-logisches Scharnier zwischen Hard- und Software, also zwischen *techné* und Mathematik, der Kalkül, entworfen von Leibniz und dann überführt in Algorithmen, also eine Form mechanisierter Mathematik: mechanische Intelligenz in Form diskreter Symbole; Leibnizscher Kalkül: "Es ist also die Doppelfunktion, zu 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)

Medienmathematik spezial: Formeln medieninduzierter Zeit

- mathematische Operation auf solche zuspitzen, die das spezifisch zeitkritische Moment an Medienvorgängen symbolisch zu durchdringen vermögen

- lassen sich in der alternativen mathematischen Formulierung, im Diagramm, die Richtungen der Vektoren jeweils nur als Momentbild darstellen; setzt Kritik Henri Bergsons der chronophotographischen Analyse kinetischer Bewegung an dieser Stillstellung ein

- lädt sich Spannung im Kondensator nach e-Funktion (allmählich) auf, umgekehrt proportional zum Strom; stellt R-C-Schaltung eine e-Funktion dar. Verschaltet mit einem Parallelschwingkreis, erzeugt diese Kopplung Sinus-Schwingungen

Das Medium der Integration: Planimeter

- 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

- berechnet Integration eine Fläche im Intervall [a,b]; Integrieren in zweierlei Form: als "Umkehrung des Differenzierens" und als Methode, den Flächeninhalt unter einem Funktionsgraphen zu bestimmen; Sampling (techno-mathematisch); kinematographische (chronophotographische) Bewegungsaufnahme in diskreten Einzelaufnahmen eine Form der schrittweisen Integration; elektrische Ladung eines Kondensators als Integral des durch ihn fließenden Stromes über die Zeit; Integrieren in Analogrechnern durch Ladung von Kondensatoren - schrittweise; elektronische "Medium" der mathematischen Intergration ist der Kondensator; Intervallschachtelungsmethode auf symbolischer Ebene / Tafelebene; funktioniert anders, wenn es als Rechenprozeß in Maschinen implementeirt werden soll

- zur Integration bzw. Flächenbestimmung Planimeter, bei welchen die Summierung der Flächenelemente kontinuierlich erfolgt: "ein mathematisches Instrument und ein Analogrechner, also ein mechanisches Messgerät, zur Ermittlung beliebiger Flächeninhalte in Landkarten oder Zeichnungen. Man fährt den Rand der zu messenden Fläche mit einem Fahrstift oder einer Lupe mit Fadenkreuz o.ä. entlang, wobei ein Messrad die Fläche integriert. Der Rand ist eine geschlossene Kurve, Anfangs- und Endpunkt der Messfahrt ist derselbe. Das Vorzeichen der Messung wird dadurch bestimmt, ob der Rand im Uhrzeiger- oder Gegenuhrzeigersinn abgefahren wird" = http://de.wikipedia.org/wiki/Planimeter, Zugriff 2. Oktober 2008

Symbolisch operative Mathematik: Das Lesen mathematischer Formeln

- Formel-Schreibweise Bedingung für Mechaniserung (algorithmisch motiviert); Boolsche Logik

- Relaismaschine "war gewissermaßen von vornherein 'materialisierte Logik'" = Konrad Zuse, Die ersten programmgesteuertern Relais-Rechenmaschinen, in: Martin Graef (ed.), 350 Jahre Rechenmaschinen, München (Hanser) 1973, 51-55 (54)

- Mathematik, die auf ihre Umsetzbarkeit in Schaltungen hin gedacht ist; mathematische (nicht philosophisch formulierte Logik) bietet sich für Implementierbarkeit im Computer an

- Masterarbeit Shannon: führt Schaltlogik mit Boolescher Logik zusammen

- Begriff des Kalküls als Zusammenfassung von Formeln; seit Leibniz eine Mathematik, die auf Implementierbarkeit in Maschinen hin gedacht; Zuses "Plankalkül"; für Computer alles auf Abzählbarkeit herunterbrechen, damit "komputierbar"

- Lesen der Formel: algorithmisches Denken dahinter; werden Formeln beim Lesen von innen her aufgelöst, von rückwärts (anders als sprachliche Formulierung

- Operatoren Abkürzungen von Abzählprozessen

TECHNOMATHEMATIK. Berechenbarkeit und *computing*

Medium und Computer mit Shannon denken

- Begriff für öffentliche Verkehrsmittel in Neugriechenland *metaphora*. Traditionell wird das Medium metaphorisch, d. h. von der Übertragung (und damit letztlich vom Vehikel) her gedacht; in diesem engsten Sinne definiert auch Shannon den Übertragungskanal. In Turing-Maschine tritt demgegenüber der Begriff der Berechnung hinzu, als mathematisches Kriterium, das quer zum rein (elektro-)technischen Sinn des bisherigen Medienbegriffs erst eine veritable Techno/logie herstellt; wird die Signalübertragung in einer Weise mathematisch durchdrungen, daß sich der Medienbegriff von der Elektrophysik auf das Kalkül (und operative Diagramm) selbst verschiebt

- Maschine "die Verbindung von trägen Körpern, die derart angeordnet sind, daß die mechanischen Kräfte der Natur durch diese Anordnung dazu gebracht werden, Arbeit zu verrichten, die mit bestimmten festgelegten Bewegungen verbunden ist" (Franz Reuleaux 1876). Algorithmen aber sind frei programmierbar, nicht festgelegt. Und nur so ist es denkbar, daß ein Computer ein Flugzeug ständig beim Fliegen umrechnet, das aerodynamisch fluguntauglich ist: der „diskontinuierliche“ Stealth-

Kampfflieger F-117; Tom Hardy, Die unsichtbare Maschine. Gestaltung gegen alle Regeln, in: formdiskurs 1, Heft 1 (1995), 24-27

- Turing-Maschine als Papiermaschine schon operativ auf Papierebene - an der Grenze zur physikalischen Implementierung; zum technischen Medium wird die Turing-Maschine erst als in die reale Welt (der Physik, der Zeit) implementierte (etwa als von-Neumann-Computer); insofern ist sie als rein symbolische Maschine noch kein operatives Medium. Es gilt, "daß physikalische Theorien im Unterschied zu mathematischen es nicht nur mit selbsterzeugten Symbolen zu tun haben, sondern mit der Natur, der Wirklichkeit, oder wie immer man für Vorfindliches, nicht bloß sprachlich oder gedanklich Erzeugtes sagen möchte" = Peter Janich, Die Protophysik der Zeit, Mannheim 1969, 37; Charles S. Peirce, über diagrammatische Operationen auf Papier, die das Papier selbst zum medialen Träger machen; Eskalation: Elektrizität, elektrische Schaltung

Wird Medien- zur Computerwissenschaft?

- Begriff des Mediums denken: von der mathematischen Berechenbarkeit (der Welt, der Physik, des Zwischenraumes und -rauschens); dann von seiner Einschreibung ins Materiale / von der Maschine her, vor allem: der Kanal (und das Rauschen, also Shannon / Weaver). Diese beiden Aspekte konvergieren im Computer, aber eben nicht vollständig; von daher wäre jenseits der von-Neumann-Architektur des Computers zu denken. Mathematisierung der Maschine oder Mechanisierung der Mathematik?

PROGRAMMIERUNG

Programmieren

- 57. Sure im Koran: jedes Geschehen im Buch vorab schon aufgezeichnet als Programm, bewußt in Allah = rbbkultur, Sendereihe Gott und die Welt: Sendung vom 7. Juni 2020, Autorin Kirsten Dietrich *Allmacht trifft Ohnmacht. Schicksal als Herausforderung*

- Programm, das jede Textbewegung, also alle Menü-Befehle analog speichert, registriert, mithin also eine Genealogie aller Textbewegungen nachzeichnet und somit den kontiuierlichen Effekt organischer Transformation als eine Serie diskreter, para- mehr denn syntaktischer Operationen dokumentiert

- Boolscher Suchalgorithmus, also: statt "elisabethanisches Zeitalter" (narrativer Mehrwert ist der Epocheneffekt): "Elisabeth UND Zeitalter"

- Differenz von Programmieren einerseits, Schreiben andererseits eine absolute? treffen sich beide Welten an der Tastatur des Computers; werden einerseits Texte nicht mehr semantisch, sondern statistisch (in Markovketten und stochastischen Algorithmen) gelesen; Unkenntnis der Programmierkunst als Voraussetzung ihrer Erkenntnis?

Programmierkundige willkommen, die Selbstverständlichkeit ihrer Kunst zu hinterfragen

- im Unterschied zu Algorithmen, welche (Unsinns-)Gedichte *generieren* oder vorliegende Gedichte zufallsgeneriert transformieren (Oulipo-Gruppe Paris, George Perec): Algorithmus schreiben, der unter semantischen Gesichtspunkten selbst als Gedicht gelesen werden kann, sich selbst ausführend (Florian Kramer, exec.)

- regelbasiertes Programmieren (Harold Cohen), i. U. zum algorithmischen Quellcode, im Kern: if / then-Schleifen; werden durch konkrete Programme verstanden

- tritt neben den Programmierer die Maschine mit dem Interpreter als "Leser", bar jeder Rezeptionsästhetik - ein anderer Techno*lógos* ("Lese"); bringt Mensch gegenüber Techno*lógos* und seinen Friktionen beim Implementieren der symbolischen Ordnung in elektrophysikalische Materie eine andere Form von Kontingenz ins Spiel (bio-physiologische Verfassung; Lern-Erfahrung, die indes zwischenzeitlich durch Antrainieren mit "bid data" als Machine Learning approximiert wird)

Ein Un-Ding: Software

- Verhältnis von technischer Implementierung und symbolischer Form seinerseits zeitlich variabel und durchaus nicht unidirektional; Verschränkung von Funktion und Substanz: "Die Münze ist ein in Form gebrachtes Stück Metall", bestehend aus den asymmetrischen Elementen Materie und Form = Laum 1924: 127, anders als Computerhardware, die Information ohne materiellen Wandel symbolisch schaltet; Fritz Heiders Differenzierung von fester ("Ding") und loser ("Medium") Formation; ist jedes Programm im gleichen Computer eine neue Turingmaschine

- Leibniz in *De Progressione Dyadica*: "Diese Art von Kalkül könnte auch mit einer Maschine ausgeführt werden" = zitiert nach: Bauer 2009: 14; diesseits von Assembler Direktprogrammierung über Schalter (das Symbolische im elektrotechnisch Realen der Schaltkreise implementiert / Opcode) vs. symbolische Eingabe über Hex-Tastatur; dazwischen: Binärdatei (*binary*)

- Software als Quellcode 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); Einklang mit der Definition von "Medien-im-Vollzug". Zum Begriff der "Maschinenhaftigkeit" bei Nake; Reuleaux über das Wesen(tliche) der Maschine

- hat Bundesgerichtshof festgestellt, daß kein Computerprogramm ohne ensprechende elektrische Ladungen in Siliziumschaltkreisen je laufen würde = Kittler 1993: 236, unter Bezug auf: M. Michael König, Sachlich sehen. Probleme bei der Überlassung von Software, in: c´t Heft 3 (1991), 73

- umfaßt Nachlaß Kittler auch Synthesizer, Quellcode. "Ich könnte mir ein künftiges Jahrtausend denken, das unser Zeitalter der Technik anstaunte, wie wir die Antike bewundern und Maschinen angrübe, wie wir Statuen" (Christian Morgenstern, Hinweis Ralf Bülow); ein Computer gibt als archäologisches Artefakt nichts zu sehen, schon gar nicht die Software

- Doron Swade über "Collecting Software: Preserving Information in an Object-Centred Culture"; Software ein kulturelles Artefakt, aber kein Objekt mehr, weil es sich erst im Vollzug entfaltet; Computer ausstellbar, aber nicht seine zeitkritischen und "bit-critical" Prozesse - es sei denn, im frequenzbasierten Medium des Akustischen, akustische Virtrinen sozusagen, die in der Museologie meist zugunsten des Visuellen vernachlässigt werden. Denn Software gehört zu den "generic objects (media)". "One bit wrong and the system crashes", sofern überhaupt noch die Computerhardware zur Verfügung spielt, diese Software abzuspielen. "In archaeological terms the operational continuity of contemporary culture cannot be assured"; Lösung liegt darin, den materiellen Aspekt der Computerkultur selbst in Software zu verwandeln, d. h. vergangene Hardware digital zu *emulieren*. Es gibt also plötzlich Dinge in der Kultur, die ihre eigene Verundinglichung betreiben - "logical replication as distinct from physical replication", operationale Medien, die zwar Dinge darstellen, selbst aber überhaupt nicht mehr Dinge sind (Un-Dinge)

- Swades 1992er Diskussion zur Überlieferbarkeit von Software inzwischen ergänzt durch die Herausforderung, die ebenso immateriellen Protokolle und Inhalte des Internet als Kulturgut zu bewahren; speichert das archive.org nur die Oberflächen (Webseiten) des Internet. Dem zur Seite muß eine kritische Archivierung der Internetprotokolle und ihrer physikalischen Infrastruktur stehen - für die das "object-centered" Museum wiederum zuständig sein mag

- muß zu emulierendes System notwendig von jeweils mächtigeren Prozessoren erfaßt werden; Aussicht von Langzeitarchivierung schrumpft hier auf ein bis zwei Generationen. "Letztlich stellt sich die Frage nach dem Lebenszyklus eines Emulator-Programms, welches selbst ein komplexes dynamisches Objekt darstellt, das erhalten werden muß" = Loebel 2014: 161; wird aus bloßem technischen Gedächtnis die Notwendigkeit der ständigen Neuaneigung - und damit eine neue Form von *Erinnerung* nicht mehr im emphatischen Hegelschen, sondern technischen Sinn

Ein Fundus von Software?

- scheitern klassische Archive und Museen an dem (Meta-)Medium, das unsere aktuelle Kultur am massivsten prägt; jede museologische oder kulturwissenschaftliche Semiotisierung der Dinge problematisch, wenn es um die neuen Dinge der Medienkultur, nämlich signalprozessierende Maschinen namens Computer geht; medienoperative Dinge nicht mehr schlicht Träger kultureller Bedeutungen (Pomians "Semiophoren"), sondern generieren sie auch; als Senior Curator am National Museum of Science and Industry in London, beschrieb es Doron Swade unter dem Titel "Collecting Software: Preserving Information in an Object-Centred Culture", in: History and Computing Bd. 4 Heft 3 (1992), 206-210. Software ist ein kulturelles Artefakt, aber kein Objekt mehr, weil es sich erst im Vollzug entfaltet - womit es eine implizit sonische temporale Qualität zeitigt. Computer lassen sich ausstellen, aber nicht seine zeitkritischen und "bit-critical" Prozesse - es sei denn, im frequenzbasierten Medium des Akustischen, akustische Virtrinen sozusagen, die in der Museologie meist zugunsten des Visuellen vernachlässigt werden. Denn Software gehört zu den "generic objects (media)". "One bit wrong and the system crashes", sofern überhaupt noch die Computerhardware zur Verfügung spielt, diese Software abzuspielen. "In archaeological terms the operational continuity of contemporary culture cannot be assured". Die Lösung liegt darin, den materiellen Aspekt der Computerkultur selbst in Software zu verwandeln, d. h. vergangene Hardware digital zu emulieren; gibt es also plötzlich Dinge in der Kultur, die ihre eigene Ver*un*dinglichung betreiben - "logical replication as distinct from physical replication", operationale Dinge, technische Medien, kaum noch klassisches "Zeug"

"Implementation", "instanciation"

- Differenz zwischen Verkörperung und Implementierung eines dramatischen, also zeitlich geordneten Signalvollzugs; für Warren McCulloch Neuronen "Verkörperungen" (*embodiment*) der Boolschen 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 Epistenmologie": "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, Weinheim / Berlin 2. Aufl. 1991, 64. Doch es macht einen zeitkrischen Unterschied, in *welcher* Maschine das Symbolische implementiert wird

- definiert Informatik die "Implementierung" eines menschgeschriebenen 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"

- eine "programming language implementation [...] 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 ("Instantiation or instance")

Kernelemente von Programmiersprachen

- Kinder-Programmiersprache *Logo*, entwickelt von Seymour Papert, beschrieben in: Daniel Hillis, Computerlogik. So einfach arbeiten Computer, München (Goldmann) 2002, 58-65

- "if / then"-Schleife, aus: xxx, Kapitel 2: "Die Software", 16-28; schlägt das Herz des Programmierens in der Schleife (Rekursion)

- "Universelle Kontrollstrukturen" u. "Eine minimale universelle Programmiersprache", in: Trogemann / Viehoff 2005: 251-254

- techno-logisches Äquivalent zu medienepistemischen Bauteilen (technisch-materiellen Artefakten) das "Modul" in der Programmierung

Rechnen als Schrift

- Bernd Mahr, Vortrag "Rechnen mit Zeichen - Alan Turings Erfindung des Rechnens als Schrift", Konferenz *Von der Gutenbergschen Galaxis zur Turing-Galaxis am 9. November 2007*, Erwin-Schrödinger-Zentrum, Humboldt-Universität, Berlin-Adlershof

- Mathematik geerdet in ihren prätechnologischen, *kulturtechnischen* Praktiken (Definition Bernhard Siegert); scheitert altgriechische Episteme an der Inkommensurabilität von Arithmetik und Geometrie, solange mit Zirkel und Lineal versucht wird, die Quadratur des Kreises auszumessen. Antwort darauf ist erst die neu(-)zeitliche *Analysis*

- fragt Faraday in Brief an Clerk Maxwell 23. November 1857 an, ob Mathematiker ihre Schlußfolgerungen nicht "in common language as fully, clearly, and definitely as in mathematical formulae" ausdrücken könnten, "translating them out of their hieroglyphics, that we also might work upon them by experiment" = zitiert nach: Gillian Beer, Open Fields: Science in Cultural Encounter, Kapitel "Translation or Transformation? The Relations of Literatur and Science", Oxford (Clarendon) 1996, 173-195 (180); gründet Medienarchäologie ebenso im Alphabet wie in der Zahl. Bertrand Russel spricht der Alltagssprache die Fähigkeit ab, (techno-)physikalische Prozesse wirklich zu durchdringen; "only mathematics and mathematical logic can say as little as the physicists means to say" = Bertrand Russel, The Scientific Outlook, zitiert in: Beer 1996: 182; mithin also ohne diskursive Redundanz

- gegenüber der narrativen Suggestion (seit dem "Schiffskatalog" in Homers *Ilias*, Buch II) die Form der Liste, das Format der Labornotation: "The scientific paper,with its tightly ritualized succession of sections, its invariant procedures of description, claims an authoritative retrospect towards the knowledge it produces" = Beer 1996: 182, hier unter Bezug auf B. Latour / S. Woolgar, Laboratory Life. The Construction of Scientific Facts, 2. Aufl. Princeton, NJ, 1986, 45 ff.; mithin ein *transitives* Verhältnis zum registrierten Objekt, ein anderer Typus von alphanumerischer *record*, der Aufzeichnung im Realen (quasi photo-, kinemato- und phonographisch) näher denn jede symbolische Schrift (das Alphabet); damit verbunden eine andere Zeitlichkeit: die zeit*invariante* Gültigkeit im Unterschied zur wissens*geschichtlichen* Relativierung

- steht Turing nicht die Kulturtechnik von hand-schriftlicher *scriptio continua*) vor Augen, sondern die von McLuhan definierte Typographie (wenngleich Gutenberg deren technischen, diskreten Charakter gerade im Layout zu dissimulieren trachtete); liegt das Schriftliche im Entwurf Turings eher im Algorithmischen selbst, denn erst als Vollzug wird die Mathematik Maschine

- "operative Computerspielanalyse" = Seminar Computer(spiel)sprachen (Game Circuits Nr. 14), 15. Januar 2016, Signallabor Humboldt-Universität zu Berlin: logische Gatter im Kern *und - oder - nicht*; "könnte auch Aristoteles lesen"; Computer jedoch keine rein symbolische Maschine, sondern "spricht Spannungen": Signale; ASCII-Art allein aus Graphikelementen im Zeichensatz generiert

Poesiefähigkeit von Algorithmen

- Bernhard J. Dotzler, Papiermaschinen. Versuch über Communication & Control in Literatur und Technik, Berlin (Akademie) 1996; darin Vorsatz: Der Algorithmus, 7-0, und: Incipit Algorismus. Geschichte, Technik, Fragen, 65-88

- "Beim 70jährigen Vilem Flusser habe ich es verstanden, daß er wie Moses an der Schwelle zum gelobten Land der Programmierung stehen bleiben

mußte. Die Intellektuellen sind aufgefordert, an dieser Schnittstelle zwischen ursprünglichem Worttext und elektronischem Klartext beiderseits zu spielen" = Friedrich Kittler, interviewt von Rudolf Maresch: Wenn die Freiheit wirklich existiert, dann soll sie doch ausbrechen, in: Rudolf Maresch, Am Ende vorbei, Wien (Turia & Kant) 1994, 95-129 (128)

- Programmieren selbst poesiefähig: im Unterschied zu Algorithmen, welche Unsinnsgedichte generieren oder vorliegende Gedichte zufallsgeneriert transformieren (Ulipo-Gruppe Paris, George Perec), einen Algorithmus schreiben, der selbst (unter semantischen Gesichtspunkten) als Gedicht gelesen werden kann, sich selbst ausführend; Florian Cramer, Execute; 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" = Doris Köhler, Programme als poetische Form? Vortrag auf der HyperKult 8, Lüneburg (Juli 1999); hier zitiert aus der Vortrags-Kurzfassung des Tagungsreaders

- hat Computerprogrammierung es immer schon mit Sequenzen zu tun: "Und einmal mehr taucht die Rätselfrage auf, in welchem Verhältnis bei Medien Programm und Narrativität stehen" = Kittler 1987: 249

Zur Ästhetik der Programmierung

- Kernfigur von Programmier"sprachen" (als formale Logik) die "if / then"-Schleife

- "blinde" Aneignung von Programmierung im Sinne der "schwachen KI" (Searles "chinesisches Zimmer")

- Max Bense, Ästhetik und Programmierung, in: Bilder Digital. Computerkünstler in Deutschland 1986, hg. v. Alex u. Barbara Kempkens, München (Barke) 1986, 22-30

- Anfang der 70er entstandene Programmiersprache "Pop" für selbstlernende Roboter-Systeme

- Algorithmus als eine in Einzelschritte zerlegte Anweisungsvorschrift; Wirksamwerdung erst durch elektronische Implementierung (Verkabelung, logische Gatter); "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); Wendy Chun "Crisis, Crisis, Crisis" (in Zeitschrift: Theory, Culture & Society): "Source code after all cannot be run, unless it is compiled or interpreted"; Vollzug des Verkabelns des ENIAC, gleich elektroakustische Synthesizer, als immediates Programmieren auffassen, Verschmelzung Hard- / Softwaredefinition in der symbolischen Maschine; Arduino als "open-source physical computing platform based on a simple i/o board,

and a development environment for writing Arduino software. The Arduino programming language is an implementation of Wiring, itself built on Processing" = http://www.arduino.cc; Zugriff 17. September 2006

- Planspiel nach Muster des "chinesischen Zimmers" (Searle): Einführung ins Programmieren durch einen Nicht-Programmierer mit medienarchäologischer Distanz; exemplarisches Erlernen einer formalen Sprache

- Manfred Krifka, Programmieren, in: Bernd Gregor / ders. (Hg.), Computerfibel für die Geisteswissenschaften, München (Beck) 1986

- Macromedia Director, Programmiersprache "Lingo";Interactive Telecommunications Program (NYU); show the generality of the basic programming concepts using a different environment and syntax; four very basic programming concepts: "if" statements, repeat loops, variables and routines; http://www.itp.nyu.edu/PROGRAM/overview.html, "Introduction to Computational Media"

- nicht allein symbolische, formale Sprache, sondern auch Diagramm (Schaltdiagramm, Flussdiagramm) als Programmier"sprache"; Pseudocode direkt programmierbar machen?

- Skript-Sprache PERL bedarf keines Compilers; stattdessen im System selbst Interpreter *on the fly*; damit relativ unabhängig von Hardware

- Compilerbau in Teilen maschinennah, teilweise in Hochsprachen (vor allem C++) realisiert; Lötkolben-Philosophie (Stefan Höltgen); heißt eine Programmiersprache zu entwickeln, die Maschine und ihren "symbolischen Kern" (Tholen) vollständig verstanden zu haben

- imperative Sprachen ASSEMBLER, BASIC, PASCAL: maschinennah denken

- entbirgt sich (auch) Software erst im Vollzug; das symbolisches Öffnen der *black box* von "Apps" zur Einsicht des Quellcodes nicht hinreichend; geben Algorithmen ihr Wesen / implizites Wissen erst nach der Implementierung in Verbindung mit jenen Datenmengen preis, die sie verarbeiten (im Fall von "big data", die vom Programmierer nicht mehr absehbar mit ein-kalkuliert werden können); These MA Johannes Maibaum: Schnelle Fourier-Transformation. "For most data driven applications, [...] it is very difficult to predict how the algorithm will react without knowing the data"; neuronale Netzwerke des Deep Learning: "We cannot ascertain what they have learned other than watching how they react to data" = Tobias Matzner, Grasping the ethics and politics of algorithms, https://medium.com/@t_matzner/grasping-the-ethics-and-politics-of-algorithms-c2932804fa9d#.i1oymdxrg; Algorithmen immer noch die Basis, aber andere Heuristik: assoziative Umprogrammierung; Bedingung: mathematisches Modell des Gehirns (neuronaler Graph)

- Flußdiagramm- und Quellcode-Ebene als "Dramatisierung" (Skript); operativ wird es in der Implementierung auf Maschinenebene, im aktuellen

physikalisch-symbolischen Vollzug; Kompilieren übersetzt ein in einer höheren Programmiersprache geschriebenes Programm in Maschinensprache; Interpreter zeilenweise. "Wir wollen dabei annehmen, daß wir mit dem Prozessor schriftlich verkehren" = Keidel / Müller 1985: 11

- hat sich in Informatik "Überzeugung durchgesetzt, daß die komplexer gewordenen Anwendungen die Vermittlung *maschinenunabhängiger* Inhalte nötig machen" = Keidel / Müller 1985: 3

- Operation des Denkens (*computing* im Sinne Turings), insofern es an eine logische Maschine deligierbar ist

- besteht das "Chinese Room"-Experiment (Searle) gerade darin, sich aus der hermeneutischen Distanz der Programmierung zu nähern; sich einem technologischen Artefakt mit archäologischem Blick auf eine fremde / antike Kultur nähern

- lingo "a language that is not the speaker's native language or a specialized set of terms requiring to be learned like a language (informal)" = Encarta World English Dictionary 2001, www.encarta.com

- rekursive Funktion der Schleife als zentrale Programmier-Figur, Hartmut Winkler, Rekursion. Über Programmierbarkeit, Wiederholung, Verdichtung und Schema, in: c´t Heft 9/1999, 234-240

- algorithmische Apokalypse die Wiederkehr des Ewiggleichen; Algorithmus für die Endlosschleife

- Hardware-Vergessenheit; formuliert David Gelernter das ultimative Ziel aller Software: "to *break free of the computer*, to break free *conceptually*. [...] Cyberspace is unlike any physical space. The gravity that holds the imagination back as we cope with these strange new items is the computer itself, the old-fashioned physical machine. [...] every key step in software history has been a step away from the computer, toward *forgetting* about the machine and its physical structure and limitations – forgetting that it can hold only so many bytes, that its memory is made / of fixed-size cells, that you refer to each cell by a numerical address" = David Gelernter, Machine Beauty, New York (BasicBooks) 1997, 22 f.: steht Programmiersprache JAVA für Plattformunabhängigkeit. Jeder konkrete Computer dissimuliert also seine Hardware in der virtuellen JAVA-Maschine

- Groys in Einleitung *Unter Verdacht*: jenseits der Oberflächen verbirgt sich das „sub-Mediale“. „Der Archivträger ist dem Blick des Betrachters konstitutiv entzogen“ = Groys 2000: 19. „Die Zeichenträger des Archivs gehören nicht zum Archiv" = ebd., sondern zu einer radikalen gegenwärtigen Administration und sind mithin *l'archive* im Sinne von Foucault – nämlich ein Dispositiv, von Groys treffend als *submedialer Trägerraum* definiert = 20; Aufklärung durch Medienarchäologie, die Schaltpläne aufdeckt, d. h. zur Entzifferung gibt; stehen hinter der Nutzeroberfläche keine Geheimnisse, sondern Algorithmen und Schaltungen – man muß sie nur zu lesen wissen; anstelle des

„medienontologischen Verdachts" = 22 damit eine technomathematische Apokalypse

- verschalten / programmieren

- gilt im Zeichen der Informatisierung, daß die Wirklichkeit in die Funktionale gerutscht ist, "daß sie mit der photographischen Reproduktion nicht platt auf der Hand liegt" (Bertolt Brecht)

- Programm, das jede Textbewegung, also alle Menü-Befehle speichert, registriert, mithin also eine Genealogie aller Textbewegungen nachzeichnet und somit die Serie diskreter, para- mehr denn syntaktischer Operationen dokumentiert

- gegen narrativen Effekt Boolscher Suchalgorithmus; statt "elisabethanisches Zeitalter" (historischer Epocheneffekt) "Elisabeth UND Zeitalter"

Poetische Programmierung der Ästhetik

Peter Handke, Die Innenwelt der Außenwelt der Innenwelt, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 1969: "Die Texte dieses Bandes haben in der Regel gemein, dass sie ein grammatisches Modell benutzen und dieses mit Sätzen, die nach ihm formuliert sind, verwirklichen. Die Sätze sind jeweils Beispiele, Satzspiele. Weil jeder Satz ein Beispiel für das Modell ist, ergibt sich jeder Text in der Regel als eine Anordnung von syntaktisch ähnlichen Sätzen, die zwar, einzeln genommen, Beschreibungen sind, durch die Reihung jedoch das Modell kenntlich machen und auf diese Weise sowohl beschreiben als auch die Beschreibung als Beispiel einer vorgefassten sprachlichen Struktur, als Satz zeigen: Jeder Satz hat eine Geschichte. Ergebnis ist, dass die satzweise Beschreibung der Außenwelt sich zugleich als Beschreibung der Innenwelt, des Bewusstseins des Autors erweist, und umgekehrt und wieder umgekehrt. " = https://www.suhrkamp.de/buecher/die_innenwelt_der_aussenwelt_der_innenwelt-peter_handke_10307.html, Abruf 12. Juni 2020; erregt Text von 1969 in der Epoche von Deep Machine Learning den Verdacht, von einer künstlichen Intelligenz verfaßt worden zu sein; ruft auch George Perecs Hörspiel Die Maschine wach, seine von Menschenstimmen verlesenen, aber am Computer errechneten Permutationen von Goethes Gedicht Wanderers Nachlied

Objektorientiert programmieren

- 1963 PhD Ivan Sutherland am MIT *Sketchpad: A Man-Machine Graphical Communication System*; Linien und Umrisse durch direkte Eingabe am Computerbildschirm zu Objekten organisiert (gerechnet) respektive instanziiert

- arbeitet ein Programm nicht mehr wie in der prozeduralen

Programmierung derart, daß sequenziell einzelne Funktionsbereiche eines Algorithmus durchlaufen werden, die dabei eine Anzahl Daten verändern, sondern die Programmlogik entfaltet sich in der Kommunikation und den internen Zustandsveränderungen der Objekte, aus denen das Programm aufgebaut

- OP nicht an Variablen orientiert, sondern an Wiederverwendbarkeit (Verkapselung); keine konkrete Instanz ohne Klasse; umfassen Methoden das Verhalten aller Klassen. Prozeduren berechnen nichts, sondern lösen etwas aus, daher vorab "void" (statt: "int" für Zahlenwerte)

- Objektorientierte Programmierung (OP) im Unterschied zur sequentiellen Ausführung von Aufgaben, die durch eine Liste von Befehlen, Routinen oder Subroutinene definiert sind; führt OP zum Begriff der "abstrakten", i. e. rechnerischen, "virtuellen Materialität" = Matthew Fuller / Andrew Goffey, Die obskuren Objekte der Objektorientierung, in: Zeitschrift für Medienwissenschaft 6, Heft 1/2012, 206-221 (221)

- im Unterschied zu funktionalen und imperativen Programmiersprachen in objektorientierter Programmierung erst generelle Klassen von Entitäten definiert, daraus dann konkrete Objekte als Instanzen; eine Klasse (oder *type*) geradezu platonische Idee: "that which is general in reality. By contrast, instances are those things that are particular individuals. *Instances exist in time and space*" = James M. Fielding / Dirk Marwede, The Anatomy of the Image: Towards an Applied Onto-Psychiatry, demnächst in: Philosophy Psychiatry and Psychology, xxx

- Konzept von "Klassen" und "Objekten" erstmals in SIMULA (Ole-Johann Dahl / Kristen Nygaard), präsentiert München 1962, "originally designed and implemented as a language for discrete event simulation" = Jan Rune Holmevik, Educating the Machine. A Study in the History of Computing and the Construction of the SIMULA programming Language, Universität Trondheim (Senter for Teknologi og Samfunn) 1994 (rapport nr. 22), 101; mithin Zeitmodellierung; entscheidende Merkmale im Dezember 1966 formuliert: "A process, later called an object, could now be regarded as consisting of [...] a prefix layer containing references to its predecessor and successor along with a number of other properties, and a main layer containing the attributes of the object in question" = Holmevik 1994: 126

Instanziierung

- Implementierung die Umsetzung von festgelegten Strukturen und (Arbeits-)Abläufen in einem System unter Berücksichtigung von Rahmenbedingungen, Regeln und Zielvorgaben - also einer Spezifikation; in Politik: Durchführung eines Gesetzes, technisch: *arché* / *l'archive* (Foucault)

- bezeichnen "Instanzen oder Inkarnationen" in der objektorientierten Programmierung Objekte einer bestimmten Klasse. "Durch Instanziierung

(besser: Realisierung) wird von einem Objekt-Datentyp (also einer Klasse) ein Objekt angelegt, das die der Klasse eigenen Attribute und Methoden, jedoch objektspezifische Attributwerte besitzt" = http://de.wikipedia.org/wiki/Objektorientierte_Programmierung

- heißt Instanziierung - analog zum Begriff der Implementierung -, ein Datenobjekt in die computerperative Welt, d. h. in die Zeit setzen; heißt Medienwerden Zeitsein

Programmierung von Automaten

- Heron von Alexandria: Steuerung eines Mechanismus über Nockenwelle; erlaubt aber keine bedingten Sprünge, ist also die "triviale" Maschinenprogrammierung; Waschmaschinen-Steuerung: eine krude Form der Programmierung im Sinne Herons, d. h. stufenweise (implizit getaktete) Abfolge einzelner Schritte, die durch Kontakte (Kabel) als jeweilige Schaltungen aktiviert elektromechanisch umgesetzt werden; Programmwalze

- sucht Johann Sebastian Bach nach einer nicht mehr extern bestimmten, sondern nach eigenen Regeln selbstgenerierten autonomen, objektiven, aboluten Musik; indem sie ihrer eigenen Vorschrift gehört, ist *die Kunst der Fuge* algorithmisch

- Rechenplan Definition Zuse: "aus gegebenen Angaben <"Daten"> nach einer Vorschrift <Algorithmus> neue Angaben <Daten> bilden" + Kalkül; "Plankalkül"

- effektiver Algorithmus als kürzestes Programm für die Beschreibung einer Problemlösung (Kolmogorov); ignoriert die tatsächlichce Hardware, die *runtime*; Okkhams "Rasiermesser"

- *Automat als* Hardware von Algorithmen = Völz 1994: 69 f.; operieren zelluläre Automaten deterministisch / regelgeleitet, wenn Anfangsbedingung definiert, aber nicht vorhersagbar, sobald Störungen mit ins Spiel kommen (reale oder quasi-Zufälle); falls ohne bestimmte Ausgangsbedingung ingang gesetzt, bei vorhandener Rechenregel: zufällige Entwicklung, dennoch lokale geordnete Strukturen

"Semantik" in der Programmierung

- meint "semantisch" in der Programmierung schlicht das, was der Befehl bewirkt; Bedeutung manifestiert sich in Ausführung; Maschinen-Kodierung. „Bits themselves have no meaning; their organization makes sense of them“ (Alexander Nitussov)

- Semantik in der Linguistik natürlicher Sprachen die Beziehungen einer Sprache zur realen Welt; bezieht sich "Semantik" in formalen Sprachen (zu denen Programmiersprachen zählen) auf die einander ein-eindeutigen

Relationen "zwischen den programmsprachlichen Ausdrücken (z. B. Befehle) und den Elementarfunktionen, die ein Rechner ausführen kann. [...] Aus diesem Grunde ist es möglich, einen Algorithmus zu finden, der eine symbolische Programmiersprache in eine Maschinensprache transformiert, und diesen Algorithmus in ein Programm umzusetzen, das der Rechner selbst ausführt" = Hans Herbert Schulze, Computer Enzyklopädie. Lexikon und Fachwörterbuc für Datenverarbeitung und Telekommunikation, Bd. 6, Reinbek bei Hamburg (Rowohlt) 1989, 2397

- Algorithmen ohne Semantik: "Turingmaschinen bilden einen Vorschlag zur Präzisierung von Algorithmen. [...] Formale Sprachen sind mathematische Systeme, bestehend aus einer Anfangsposition, einem Alphabet und Transformationsregeln. [...] Sätze entsprechen reinen Symbolreihen. Die formalen Sprachen sind damit ausschließlich über ihre Syntax bestimmt. [...] Zwar hat Alfred Tarski den Begriff der Semantik sekundär als Syntax 2. Ordnung eingeführt, was jedoch zunächst nichts anderes beduetet, als sie wiederum syntaktisch zu definieren" = 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 (114)

Paßwortgenerierung

- Algorithmus, der erlaubt, im Kopf (also nicht Speichermedien wie Papieren oder Dateien an versteckten Orten ausgeliefert) aktuelle Paßworte zu generieren und *regenerativ* zu memorieren; allgemeine Regel, welche Pseudo-Zufallszeichenfolgen erzeugt, aber mit Markov-Wahrscheinlichkeit; realisieren, womit Alan Turings Papier über "Computable numbers with special respect to the Entscheidungsproblem" von 1937 theoretisch den Computer begründete: daß Menschen in dem Moment zum Rechner werden, wenn sie rechnen

Archäologie der Programmierung

- entstammt der Begriff der Maschinensteuerung (*program control*)

- läßt sich die konstitutive Erfahrung derjenigen, die mit dem Commodore 64 oder dem Atari aufgewachsen sind und so das Programmieren und den Computer von der Pike auf erlerten, nur als medienarhcäologisches Experiment wiederholen, wieder aneignen, symbolisch noch einmal erleben - oder als Emulation, worin der Computer sich selbst als Geschichte spielt; medienarchaisches Plädoyer für das, was Jolles in der Literaturwissenschaft als *Einfache Formen* (und Eberhard Lämmert als *Bauformen des Erzählens*) ge- und beschrieben hat

- "writing in the medium" (Hayden White); Software "der Inbegriff solcher Texte, die im Unterschied zu allen bisherigen Schriften der Geschichte das, was sie schreiben, auch tun" = Friedrich Kittler, Der Kopf schrumpft.

Herren und Knechte im Cyberspace, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung v. 9. September 1995

- Verlagerung des Vollzugs vom (lesenden) Menschen in die Maschine: Text (Literatur) - Schaltung als Diagramm, das dem realen Korrelat - der konkreten Verdrahtung - entspricht, also bei Lektüre der Symbole deren Operation symbolisch in Gang zu setzen vermag)

- Hans Dieter Heilige, Zur Genese des informatischen Programmbegriffs. Begriffsbildung, metaphorische Prozesse, Leitbilder und professionelle Kulturen, in: Karl-Heinz Rödiger (Hg.), Algorithmik - Kunst - Computer, Heidelberg 2003

- Rechenprogramm in Konrad Zuses 1941 fertiggestelltem Relaisrechner Z 3 noch starr und enthielt keine bedingten Befehle; 8-spurig in Kinofilmstreifen gelocht; Video Gustav Deutsch, *Film ist*, Zuses Filmstreifen. Film auch in UdSSR als Programmträger; Lev Manovich, über Film / Digitalität; Lochstreifenspeicher des URAL-Rechners nutzt als Träger für die Eingangsdaten einen 35mm-Filmstreifen; jede Zahl auf dem Streifen in 11 Linien und 4 Zeilen gelocht; Schleife: gelochter Streifen zu einem Ring zusammengeklebt und in den Bandabtaster der Maschine eingegeben; Streifenlänge kann bis zu 300 m betragen; Übernahme der Information vom Lochstreifen gruppenweise, daher der Streifen in Zonen eingeteilt, deren jede eine eigene Adresse besitzt, die in dem entsprechenden Befehl festgelegt wird = Basilewski 1956: 83

- Babbage; Inspiration durch Jacquart-Webstuhl

- Peter Bexte, Ars Combinatoria. Zum Ursprung der Denkmaschine, in: Klaus Peter Dencker (Hg.), Weltbilder / Bildwelten. Computergestützte Visionen, Hamburg 1995

Lynn Hershman, *Conceiving Ada*

- Lynn Hershman-Leesons Film *Leidenschaftliche Berechnung* , USA 1997, Originaltitel *Conceiving Ada*; Filmabspann nennt das M.I.T. "ALIVE project"; Buchvorlage Betta A. Toole; Kurzauftritt Bruce Sterling

- inwieweit man sich in frühere Programmiersprachen hineinzuversetzen vermag; kein historisches Verhältnis, vielmehr gleichursprünglich im Sinne symbolischer Zeitinvarianz; Wolfgang Hagen, Der Stil der Sourcen. Anmerkungen zur Theorie und Geschichte der Programmiersprachen, in: Martin Warnke u. a. (Hg.), HyperKult: Geschichte, Theorie und Kontext digitaler Medien, Basel / Frankfurt a. M. (Stroemfeld) 1997, 33-68

- kehrt die symbolische Ordnung namens Historie ein: Ada äußert den Wunsch auf "my place in history"

- Programmiererin im Film (oder ist es Ada?) nennt "humanity's gift to re-create itself"; gilt dies für mathematische Gleichursprünglichkeit (Polygenese)

- Filmabspann selbst nennt "digital phenomena"-Produktion und "digital tape-to-film transfer" (*reentry* in den Film, der seinerseits das erste Reanimationsmedium darstellte); wäre in einem vollends digital erzeugten Spielfilm die Erscheinung Adas wahrhaftiger

- übersetzt im Film ein "Agent" (in Form eines Vogel-Artefakts, für die Seele stehend) zwischen aktueller Programmiererin und Ada Lovelace, "between present and past"; Vermittlung läuft über eine "historische" Photograpie; Suchbefehl: "Find origin photograph"

- "clone memory patterns" fehleitende "storage"-Metapher für menschliches Gedächtnis (das dann re-aktivierbar wäre)

Echtzeit in SuperCollider

- "Ein Block, der keine eigenen Variablen definiert, kostet keinen zusätzlichen Code und damit auch keine Laufzeit" = Walter Herglotz, Das Einsteigerseminar C, Korschenbroich (BHV) 1991, 57

- Parameter in Echtzeit ändern, aber nicht komplette Module (müßten jeweils neu kompiliert werden); interner Server

- erzeugt SuperCollider-Befehlscode "0.5.coin" Gleichwahrscheinlichkeit entsprechend einem Münzwurf; der Befehl "rand" löst eine Random-Operation aus

- erlaubt SuperCollider, weil entwickelt für die Komposition elektronischer Musik, gerade deshalb privilegiert die Manipulation auf der zeitkritischen Ebene. Getriggert werden Impulse; "trig" meint Zeitfrequenzsteuerung; SC-Befehl "yield" leistet ein "Einfädeln", also eine zeitkritische Fügung (wenn nicht gar *harmonía*) gleich dem Kreisverkehr auf Verkehrsstraßen; setzt sich das System mit SC-Befehl "stream" über das Warten hinweg; Konzept liefert zu jedem Zeitpunkt jeweils ein neues Element, einen neuen Wert. Nicht über eine Sequenz (Ordinalität) wird hier Ordnung erzeugt, sondern in der Zeit selbst; instantane Zuordnung von Werten eine Funktion, Routine hingegen ein Algorithmus

Programmier(*dis*)kurs

- blitzt Information dort auf, wo der Verlauf eines Programms nichts mehr vorausberechenbar ist, obgleich es nach festen Modellen, Folgen, Algorithmen abläuft

- Programmieren eine Form des Schreibens? "Software is less like a poem and more like a contract, a constitution" = Nathan Ensmenger, Software as

History Embodied, Editorial in: IEEE Annals of the History of Computing (2009), 86 - a contract between the human mind and machine physics

- Programmieren als jeweiliger Effekt von Hardware-Architektur (Sortieralgorithmen, in: Knuth xxx)

- Vorformen des Programmierens: *ars combinatoria*, Leibniz´ Kalküle, Condillacs *Calcul*; *kalkulierbar* im Sinne von Leibniz heißt eine regelgeleitete Produktion der Zeichen, die auch auf kognitive Gegenstände Bezug nimmt und mit diesen zugleich operiert. Im Kalkül werden die Zeichen autark gegenber den menschlichen Gegenständen ihrer Referenz" = Sybille Krämer, Kalkle als Repräsentation. Zur Genese des operativen Symbolismus in der Neuzeit, in: Hans-Jörg Rheinberger et al. (Hg.), Räume des Wissens: Repräsentation, Codierung, Spur, Berlin (Akademie) 1997, 111-122 (118 u. 121)

- Steckplätze für Hollerith-Sortiermaschinen bereits Programmierbarkeit

- "triviale Maschinen" einfache Input-Output-Systeme; kann Blax box nach einer Zeit der Beobachtung identifiziert werden; nicht-triviale Maschine hingegen hat einen internen, programmierten Zustandsspeicher (sei es als Hardware, sei es als Software); Enigma: Eingabe von Buchstaben über Tastatur; auf Lampenzeichen erscheint die verschlüsselte Botschaft, auf Steckbrett vorher verkabelt; Walzen mit jeweils 26 Ein- und Ausgängen, dazwischen zufällige Verdrahtung. Nur Maschinen mit gleicher Voreinstellung können gegenseitig ver- / entschlüsseln. Mit jedem Tastendruck drehen sich Rotoren weiter; Maschine damit ständig in neuem Verdrahtungszustand; Programm zur ständig neuen Verformung von Buchstaben nach Tastatur-Eingaben; 1956 Ross Ashby's "black box" als Enigma-artige, nicht-deterministische Maschine

- Programmieren Mathematisierung (Algorithmisierung) der Maschinen, oder Maschinisierung der Mathematik? Churchsche These „behauptet die prinzipielle Rückführbarkeit des Rechnens auf Maschinen und umgekehrt die Leistung von Maschinen aufs Rechnen" = 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 (115)

- "Our system of numeration, if not a machinery, is machinery; without it (or something equivalent) every numerical problem involving more than a very limited number of units would be beyond the human mind" = Zitat x y, in: Michael Roy Williams, A history of computing technology, 2. Aufl. Los Alamitos, CA (IEEE Computer Society Press) 1997, Kap. 1 "In the Beginning ...", 1

- modelliert Williams die Historie der Zahlrechnung selbst nach einem annalistisch-algorithmischen Modell: „It is now impossible to learn the sequence of events that led to our developing a sense of numbers" = ebd.

- Mathematik ihrem Wesen nach eine unhistorische Wissenschaft; hat das in der Gegenwart Gültige (Geltung) Vorrang vor dem bloß Überlieferten (Genesis) = Gerhard Kropp, Geschichte der Mathematik. Probleme und Gestalten, Wiesbaden (Aula) 1994, Vorwort (5); techno-archivisches Paradigma des Gedächtnisses: das jeweils aktuelle Schalten von Zuständen

- Wissen um die Historizität mathematischer Einsichten dennoch relevant, "weil die historische Darstellung mathematischer Probleme Motivationen erkennen läßt, die befruchtend - oder hemmend - gewirkt haben und dies auch heute noch tun können" = Kropp 1994: 5

- J. J. Grandville, *Aufsatz-Schreibmaschine*

- Gebot für das Programmieren die strikte Zeit-Ordnung; tatsächlich vollzogene Rechnung im Computer hingegen zeitkritisch

Java / CodeArt

- was man sonst auf der Photoshop-Ebene lernt, bis auf die Pixel-Ebene vertiefen

- Physical Computing, Tisch-School, New York; externe Sensoren mit Intelligenz versehen und ihnen auf unterster medienarchäologischer Ebene kleine Register etc. beibringen

- Viehoff / Trogemann 2005: 178, Kapitel 2.2.3 "Kontakt zur Außenwelt"

- JAVA-Ästhetik: Medienobjekte / Klassen lassen sich zwar *open source* einsehen und modifizieren, doch Programmieren mehr als eine Verwaltung von Variablen

Programmieren im "op code", zeitkritisch

- Op code insofern maschinennah, als es zwar bereits eines Compilers bedarf, die Übersetzung aber nur ein Schritt ist: direkt auf Maschinenebene hinunter; stellt bereits eine symbolische Form, also "Sprache" dar, im Unterschied zum tatsächlich physikalischen Umlegen von Schaltern - was im Sinne von Shannons Masterarbeit eine hardwareseitige symbolische Relais-Programmierung darstellt - zwischen Elektrophysik und symbolischer Ordnung. Darunter das *hard wiring*, also die direkte Verdrahtung / Schaltung, rein elektrotechnisch - wie sie symbolisch in Form von FPGAs wieder einkehrt; stehen Op code-Eingaben in direktem Zusammenhang mit der Zahl von Takten, die der Prozessor zur Abarbeitung des Befehls benötigt; läßt sich in Assenbler-Programmierung die Programmlaufzeit tatsächlich vorausberechnen - zeitkritisches Programmieren

Graphisches / visuelles Programmieren

- Flowchart: John von Neumann, Grace Hopper; in Praxis eher intuitives "visuelles" Programmieren; symbolisches *patchen*: Pure Data

- Drama als (visuelle) Programmierung: "Ist die Handlung in einzelne Teile zerlegbar, so heißt sie *Prozeß*. Wenn die einzelnen Teilhandlungen zeitlich strikt nacheinander ablaufen, dann wird der Prozeß als *sequentiell* bezeichnet. In analoger Weise wird eine Anweisung, welche die Teilhandlungen eines Prozesses durch einzelne Anweisungen beschreibt, ein *Programm* genannt. Ein Programm besteht also aus einer Menge von Anweisungen, wobei im allgemeinen die Reihenfolge der Anweisungen im Programmtext nicht mit der zeitlichen Reihenfolge der entsprechenden Handlung identisch zu sein braucht" = Niklaus Wirth, Systematisches Programmieren. Eine Einführung, Stuttgart (Teubner) 1972, 14

- Darstellung von Programmen durch Flußdiagramme für unmittelbaren Einsatz von Rechenanlagen ungeeignet: "Die zweidimensionale, bildliche Form kann von den üblichen Datenerfassungsgeräten nicht verarbeitet werden. [...] Die am weitesten verbreiteten Datenerfassungsgeräte sind der Lochkartenleser und die Schreibmaschine. In beiden Fällen haben die angenommenen Daten die Form von *linearen Folgen von Schriftzeichen*" - Ikonoklasmus der Schrift gegenüber dem Bild (Flusser) - "und stellen einen linearen Text dar. Notationen sind Programme, welche die Form von Texten haben, werden überlicherweisen als Sprachen oder, genauer, als *Programmiersprachen* be/zeichnet. [...] Die Menge der Aufbauregeln wird *Syntax* genannt" = Wirth 1972: 34

- Lern-Programmiersprachen, die direkt diagrammatisch (bildschriftlich) arbeiten, indem graphische Funktionsblöcke arrangiert werden, aus denen sich dann der Programmablauf ergibt, diesseits aller sprachlichen Verfassung - eben grafisch; Pure Data, wo graphisch gepatcht wird

- Vannevar Bush, 1930er Jahre, mit seinem *Differential Analyzer* näher an Physik denn an numerischen Systemen, durch graphisches *tracing* der Zwischenwerte, *graphical computing* und visuelles Programmieren = David Mindell, Gravity's Other Rainbow. Feedback Control and Computing at Midcentury, Vortrag am Zentrum für Literaturforschung (Berlin), 20. Mai 1999, unter Bezug auf Vannevar Bushs Publikation in: Journal of the Franklin Institute 212, Nr. 4 (1931)

- verlegt visuelles Programmieren die logische auf eine diagrammatische Operation; Verbindungen herstellen, graphisch, und Parameter fixieren

- Ablaufdiagramme / *visual programming*; das Diagramm von vornherein so 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 [...]. 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) - eine mithin narrative (Bild-)Sequenz

- "Flow Chart" als Programmieren mit graphischen Symbolen im Programmablaufplan

- graphische Darstellungen in der Programmierung: "Bereits Ende der 50er Jahre wurde ein System zur automatischen Generierung von Flußdiagrammen aus Assembler- und Fortran-Programmen entwickelt. [...] William R. Sutherlang entwickelte 1969 den *Graphical Program Editor*, der Programme ähnlich wie Hardwareschaltpläne repräsentierte und diese interpretativ ausführte" = S. Schiffer, Visuelle Programmierung, in: Peter Rechenberg / Gustav Pomberger (Hg.), Informatik-Handbuch, München / Wien (Hanser) 1997, 503ff (503) - Bilder der Hardware selbst

- "Ellis et al. entwarfen 1969 das System *Grail*, das Programme direkt aus maschinenlesbaren Flußdiagrammen generierte. [...] David C. Smith implementierte 1975 an der Stanford Universität die grafische Programmierumgebung *Pygmalion*, mit der einfache Programme durch die Manipulation von Piktogrammen und das Vorzeigen von Beispielen erstellt werden konnten. Er verwendete dazu [...] einen der ersten Computer mit Rastergrafikbildschirm" = Rechenberg / Pomberger 1997: 503 f.

- Eigenschaft `visuell´ "weisen nicht nur grafische Elemente auf, sondern auch Text, der ebenso sichtbar ist, wie etwa ein Piktogramm. Die Kognitionspsychologie unterscheidet jedoch" - im Unterschied zum Computer? - "zwischen der Verarbeitung verbaler und visueller Information“; werden Text und Graphik von differenten Wahrnehmungskanälen / kognitiven Systemen verarbeitet = S. Schiffer, Visuelle Programmierung, in: Peter Rechenberg / Gustav Pomberger (Hg.), Informatik-Handbuch, München / Wien (Hanser) 1997, 503 ff. (505)

- "Programme, die mit verbalen Programmiersprachen erstellt werden, sind zwar sichtbar, aber nicht visuell, weil Quelltext primär durch das verbale Wahrnehmungssystem interpretiert wird, unabhängig davon, ob die Aufnahme optisch, akustisch oder taktil erfolgt. Visuelle Programmiersprachen hingegen umfassen Elemente wie Farben, Formen, Verbindungen, Überlagerungen, Berührungen usw., deren Interpretation über das visuelle Wahrnehmungssystem erfolgt" = Rechenberg / Pomberger 1997: 505 - mithin als 3-D-Raum steuerbar?

- datenflußorientierte System in der visuellen Programmierung weit verbreitet, "darunter Systeme zur Steuerung von Musiksynthesizern, Werkzeuge zur Bildverarbeitung und für technisch-wissenschaftliche Visualisierung" = ebd., 511

- Option einer "inversen Programmierung", diskutiert an der Kunsthochschule für Medien mit Georg Trogemann, im Sinne einer Umkehrung des Konzepts der "visuellen Programmierung"

Figuren der Programmierung. Schreibweisen von Medien

- diesseits von Hochsprachen, selbst von Assembler: "Echte Männer brauchen nur ein Datenblatt, eine Hextastatur und eine 7-Segmentanzeige um die CPU zu unterwerfen"; 8 Bit Prozessoren in Einplatinencomputer = Gerald Schiepeck / Neil Franklin, Workshop *Bits von unten*, Vintage Computing Festival Europe 19.0, Leibniz-Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Garching, 28. / 29. April 2018

- "kaltes" Programmieren; Kittler, der mit seinem ersten Computer tatsächich mathematische Operationen auf der Code-Ebene durchführte

- Vorgänge eher strukturell nachvollziehen, gleich dem "chinesischen Zimmer" von Searle: zwischen zwei Sprachen kommunizieren, ohne diese gegenseitig zu verstehen

- Pseudocode keine eigentliche Programmiersprache, sondern der Versuch, "mit natürlichsprachlichen Mitteln und formalsprachlicher Strukturierung Algorithmen gleichzeitig für den Menschen lesbar und für eine spätere Implementierung in eine Programmiersprache adaptierbar zu machen" = Stefan Höltgen, JUMPs durch exotische Zonen. Portale, Hyperräume und Teleportation in Computern und Computerspielen, in: Thomas Hensel / Britta Neitzel / Rolf F. Nohr (eds.), "This cake is a lie!" Polyperspektivische Betrachtungen des Computerspiels am Beispiel von "Portal", Münster et al. (LIT Verl.) 2015, 107-134 (129, Anm. 14)

- ist der Mensch beim Abtippen von Source Code nicht im Turingmaschinenzustand, sondern reflektiert das Geschriebene (Argument Stefan Höltgen)

- Eye-Tracking der Betrachtung von Source Code durch Informatiker (Magisterarbeit Theresa Busjahn, HU Berlin)

Gesten des Programmierens

- Begriff der Middleware / "micro-programming" unterhalb von Assembler; konkrete Verbindung zwischen Hard- und Software

- Blockdiagramme (John von Neumann); aus gezeichneten Kreisangaben den passenden Algorithmus schreiben; Programmiermaschine / *reverse programming;* modulares Programmieren; Strukturaspekt der wechselnden Konfigurationen zwischen Mathematik, Informatik und Ingenieurskunst; Asymmetrie in der Programmierung digitaler Rechner: "the difference between the existing machine language and the descriptive mathematical one (algorithmic) was the biggest disadvantage of programming. […] Our first innovation was the description of an extended calculation scheme. […] the most typical operations for the calculation program were defined and assigned special inventory numbers instead of machine addresses, so to say „passports“ of the array data or of the operation. This system we called 'large block programming' borrowing the building term very popular

at those days" = Kantorovic (Leningrad), zitiert nach: Pospelov / Fet, in: Nitussov / Trogemann / W. E. (Hg.); Computing in Russia); modulare Plattenbauästhetik der Computerarchitektur.

- formale Systeme "[...] are the experimental moments, the materiality of mathematical proofs. This materiality is rigidly controlled by the rules of formation [...]. In a very strict sense deduction is a mechanical operation" = Barry Hindess, Materialist Mathematics, in: Theoretical Practice, Heft 3 + 4 (Herbst) 1971, London, 82-103 (98)

- "A formal system is a mathematical machine, a machine for mathematical production, situated in the process of this production" <xxx, zitiert in: Hindess 1971: 98; "combinatorial (or arithmetical) foundations in which basic notions are words (finite strings of symbols)." = Hindess 1971: 89

- Verschlüsselung prinzipiell immer dekodierbar; Verhältnismäßigkeit des Aufwands; in aktuelle Chipgenerationen eine Hardware-Hintertür für Geheimdienste eingebaut, um alle End-zu-End-Verschlüsselungen schon vor dem Verschlüsseln abgefangen zu können (Hinweis Martin Donner) - die neuen Archivsperren und -türen

- bedingte Sprunganweisung; gibt es aus Maschinensicht "if / then" nicht, sondern nur Vergleich, der Rechenzeit konsumiert; wird in (echt-)zeitkritischen Situationen die IF/THEN-Schleife gänzlich umgangen

- *if* / *else*-Schleife, als bedingte Schleifen auf dem ENIAC noch nicht zu programmieren = Naumann 2001: 216

- D. F. Scott, Die Programmierung - illustriert, Haar b. München (Markt & Technik) 1994, 38: "Die Schleife" (modelliert als Transmissionsriemen; mechanisches Differential

- "automatische Induktion" als Verfahren, das etwa aus geometrischen Objekten selbständig den Algorithmus formuliert, der zu ihrer Zeichnung und Gestalt führt; Option / Anweisung: Computer soll sich merken, was gezeichnet wird (kompletet Verdopplung), oder Anfangswert speichern und dann vektoriell; neuronale Netze: dem Computer antrainieren, zu bestimmten Aktionen den passenden Programmiercode zu finden

- archäologische Ebene im Programmieren: „Die niedrigste Ebene stellt [...] die `Maschinensprache´ dar. Dieser Begriff bedeutet genau das, was er aussagt [...]. In ihrer rohesten Form besteht die Maschiensprache aus einer Folge von binären Schritten [...]. Theroetisch könnte man den Computer nur mit Einsen und Nullen programmieren" = D. F. Scott, Die Programmierung - illustriert, Haar bei München (Markt und Technik) 1994, 30, und das heißt: nicht symbolisch, sondern physisch (elektrische Impulse). „Zahlen können nicht nur zur Darstellung von Werten und Mengen verwertet werden, sondern auch den Zustand eines Gegenstandes (etwa: an- oder ausgeschaltet) anzeigen“ <ebd., 47>.

- Bibliotheksmetapher: „Das Ziel des professionellen C-Programmierers besteht darin, nahezu alle wichtigen Programmkomponenten in einer bseonderen *Bibliothek* im fertigen Zustand bereitzuhalten" = Scott 1994: 99

- nehmen Programmzeilen nicht die Form einer Geschichte, sondern *vielmehr der Annalen* an; fallen in der Ausführung Historiographie und Ereignis zusammen (im Sinne Hegels)

- technorhetorische Figur der *dissimulatio artis* des Computers als *hardware*; Notwendigkeit einer materialen Ideologiekritik: "In fact we probably NEVER see the computer (unless we program in binary code <sc. in Maschinensprache>). Users only see the „User Inferface“ and always operate within the world which is being simulated for them. It is a „conceptual“ world and not a „material“ world. […] everything gets „de-materialized“ […]. So the „physical medium“ disappears - and there is no „conceptual medium“ to replace it" = Kommunikation der International Association for Information Embeds (Santa Clara, CA), Mai 1999, Betreff: „Computerized tools have destroyed the Medium“

- bewegen sich frühe Computerkünste auf der Ebene des Programms; ist das Paradigma der `Computermusik´ etwa Lejaren A. Hillers oder Max Mathews, der stochastischen Tonwolken Iannis Xenakis´ oder der Bilder Herbert W. Frankes oder Frieder Nakes der fünfziger und sechziger Jahre die strikt *algorithmische Konstruktion*. "Ihre `Werke´ geben Einblick in das Innere einer fremden mathematischen Welt" = Rolf Großmann, Zur Hybris <Hyper-> von Mensch und Maschine in den Neuen Medien, in: Christian W. Thomsen (Hg.), Hybridkultur, Siegen 1994 (= Arbeitshefte Bildschirmmedien 46), 87- (91)

- Sprache / Informatik / Befehl: "Wenn die Linguistik dichotomisch verfährt (vgl. die Chomskyschen Räume, worin eine Binärmaschine das Innere der Sprache bearbeitet), wenn die Informatik kraft aufeinander folgender dualer Wahlschritte verfährt, dann ist das so unschuldig nicht […]. Die Sprache ist nicht dazu geschaffen, daß man an sie glaubt, sondern daß man ihr gehorcht. […] Deshalb ist das Schema der Informatik zu revidieren. Es geht aus von einer als maximal vorausgesetzten theroetischen Information; ans entgegengesetzte Ende verlegt sie den Lärm, das Störgeräusch, die Gegen-Information. Zwischen den beiden Polen herrscht die Redundanz, die die Botschaft in ihrem Informationsgehalt schmälert, aber auch das Störgeräusch übertönen hilft" = Gilles Deleuze, Dialoge, Frankfurt / M. xxx, xxx

- Algorithmen als Regeln / Ausführungsvorschriften "haben performativen Charakter, insofern sie ein Zukünftiges, ihre Ausführung, präskribieren; anders als natürlichsprachliche Texte, […] argumentieren sie immer im Imperativ, was vielleicht nur deshalb erträglich ist, weil sich dieser an Maschinen und nicht mehr an menschliche Knechte richtet" = Hartmut Winkler, Rekursion. Über Programmierbarkeit, Wiederholung, Verdichtung und Schema, in: c´t, Heft 9/1999, 234-240 (234), unter Bezug auf: Vilém Flusser, Die Auswanderung der Zahlen aus dem alphanumerischen Code,

in: Dirk Matejovski / Friedrich Kittler (Hg.), Literatur im Informationszeitalter, Frankfurt / M. u. New York 1996, 9-14

- Figuren der Mathematik: David Hilberts Satz, "daß alle mathematischen Zahlen und Operatoren „Figuren“ bilden, „die uns als solche anschaulich vorliegen müssen"; Sache der Mathematik seit Hilbert "also keine Wesenheiten mehr, die vom Papier lediglich bezeichnet würden; Sache sind gerade umgekehrt die materialen Signifikanten auf dem Papier selber. Deshalb war es nur noch ein Schritt, Hilberts Formalismus als jene wundersame Papiermaschine anzuschreiben, die Alan Turing 1936 in der erklärten Absicht erfand, Hilberts liebste Hypothese zu widerlegen, während ihr ungeplanter Effekt eher darin bestand, alle Menschen- oder Papiermathematik durch Digitalrechner zu ersetzen" = Friedrich Kittler, Wenn das Bit Fleisch wird, in: Martin Klepper u. a. (Hg.), Hyperkultur: zur Fiktion des Computerzeitalters, Berlin / New York (de Gruyter) 1996, 150-162 (153 f.)

- verlangt Assembler-Sprache, "daß der Mensch bis ins letzte Detail genauso denkt, wie der Prozessor im PC „denkt“. [...] So begann gewissermaßen am ersten Tag des PC bereits die Suche nach der idealen Programmiersprache" = Thomas Little, Das PC-Buch. Die Hardware und ihre Programmierung, München (System) 1990, 40; gegen Computer-Platonismus (Idealität) also eine Interface-Ästhetik der Differenz (Trogemann); ist ein Text in Assembler-Sprache nichts anderes „als eine für Menschen lesbare Schreibweise der binären Prozessorsprache" = ebd., 41; dies aber keine Sprache mehr, sondern eine maschinische Operation

Definitionen des Algorithmus

- Begriff des Algorithmus persönlich / unpersönlich ausstellen: Al Chwarizmi / *arithmos*

- Unordnung ausstellen: Sortieralgorithmus, der den Raum zukzessive aufräumt; rumänische Folklore-Tanzgruppe Algorytmics (tanzt Sortieralgorithmen; http://www.youtube.com/user/AlgoRythmics

- IEEE-Umfrage über die zehn prominentesten Algorithmen

- NSA predictive algorithm; Benjamin Heidersbergers "pentatonische Komposition"

- Debugger, um step-by-step das, was blitzschnell abläuft, zu verlangsamen / Zeitlupe; Computer "inside out"

- Differenz von elegantem Algorithmus und tatsächlicher Software; Computer als theoreigeborene Universalmaschine mit Turing nicht mit Widerborstigkeit des Realcomputers verwechseln

- "Whereas a computer program is the concretization or implementation of an assemblage of algorithms, the algorithm itself can be termed an

abstract machine, a diagrammatic method that is programming language independent. Abstract machines [...] 'become mechanism-independent [...] as soon as they can be thought of independently of their specific physical embodiments'" = Steve Goodman, Sonic Algorithm, in: Matthew Fuller (Hg.), Software Studies. A Lexicon, Cambridge, Mass. / London (MIT Press) 2008, 229-235 (229)

- "Ein Objekt heißt rekursiv, wenn es sich selbst teilweise enthält oder durch sich selbst definiert ist", etwa auch "Reklamebilder [...], die sich selbst enthalten?" Wirth 1979: 176 (Kapitel 3 "Rekursive Algorithmen"); Fig. 3.1: "Rekursion im Bild" zeigt Mensch vor dem Fernseher, dessen Monitor dasgleiche Motiv zeigt, und immerfort - *mise-en-abîme*, Verschachtelung, Farn, Selbstähnlichkeit, Closed-circuit Videoinstallationen: die Natur der Rückkopplung.
Also installieren: closed-circuit Video-Installation Dan Graham *Present - Continuous - Pasts* (1974): eine in die Zeit versetzte Rekursion (während jede Rekursion an sich schon der zeitlichen Ausdifferenzierung bedarf, wenn nicht als Farnbild frakatal geometrisiert / verräumlicht)

- Barbara Koenches / Peter Weibel (Hg.), unSichtbares. Algorithmen als Schnittstellen zwischen Kunst und Wissenschaft, Bern (Benteli) 2005

- Quellcode als (medienhistorische) Quelle

- Kittlers Farn-Algorithmus, an dem sich veranschaulichen läßt, wann man von C++ auf Assembler umstellen muß, als Subroutine für zeitkritische, rechenoptimierende Prozesse; weiterer Kontext: Mandelbrot-Mengen; Peter Berz, Pythagoreismus, in: TUMULT. Schriften zur Verkehrswissenschaft (40. Folge), Themenheft: Friedrich Kittler. Technik oder Kunst?, hg. v. Walter Seitter / Michaela Ott, Wetzlar (Büchse der Pandora) 2013, 57-69; darin Farn-Algorithmus: 64-68

- "Nicht die Zahl ahmt das Seiende nach, sondern das Seiende die Zahl. [...] Die Pythagoreer sagen so. Sagt Aristoteles, dem die Zahlen etwas anderes sind: Zahlen von etwas. Sind die Zahlen das Sein oder zählen sie das Seiende?" = Berz 2013: 57. "Ahmt also der Farn die Zahl nach? Oder beschreibt die Zahl die Form des Farns?" = 65; verdeutlichen Fraktale die „Familienähnlichkeit“ von Algorithmus und Iteration

- programmiert Miro Cimmerman in ALGOL am Rande der Kernphysik in Zagreb erste "algorithmische" Kunst für *Nove Tendencij*; Frieder Nakes frühe Computerkunst, gehandelt nun in Berliner Galerie DAM

- Hörbarkeit eines spezifischen Algorithmus; Shintaro Miyazakis rhythmisierte Sortierroutinen / *algorithmisiert*

- dem Computer beim Abarbeiten von Algorithmen zusehen: a) Tracing durch interpretierte Programmiersprachen (TRON/TROFF in BASIC), b) Logikanalyse eines Mikroprozessor-Datenbusses um die Signalhaftigkeit von Algorithmen zu zeigen, c) Emulation eines Mikrocomputers, in dem/der

ein Algorithmus abläuft, der sich durch „Meta-Tools“ des Emulators sichtbar machen läßt

- Spiele und Spielanleitungen als "implizite Algorithmik"; wie „Spiele mit vollständiger Information“ durch Spieler gelernt und gewonnen werden: "Tic-Tac-Toe", „Nim“ oder „Turm von Hanoi“ (Suche nach dem kürzesten Lösungsweg)

- dem Computer beim Abarbeiten von Algorithmen zusehen; interaktives Flussdiagramm, bei dem in der Abbildung des Algorithmus der jeweils ausgeführte Schritt hervorgehoben wird, und gleichzeitig die Ausgabe des Algorithmus erzeugt wird (Vorschlag Nikita Braguinski, März 2014); zeigt die Funktionsweise eines Pseudozufallszahlenalgorithmus: http://scratch.mit.edu/projects/2566728

- zeitkritisches Gehör dafür, ob ein Programm nicht in einer Endlosschleife läuft und damit im Sinne der Berechenbarkeit gescheitert ist. Für eine Welt, in der digitale Prozessoren bestimmen, was der Fall ist, heißt das die unerwartete Wiedereinkehr des pythagoräischen Verständnisses ihrer musikalischen Verfaßtheit; Botschaft dieses Zahlenwerks aber ist nicht mehr die harmonische Proportion, sondern veritable Algorhythmik

- Florian Dombois, Zu Hören wissen, in: B. Koenches / P. Weibel (Hg.) 2005

- Beispiel für Kompositionsalgorithmus Mozarts "Würfelmusik"

Programmieren auf Maschinenebene (im Binärcode)

- Wieder-Entdeckung (medien-)archaischer Programmiersprachen; was in der Informatik als überholt gilt, wird in der Medienarchäologie überhaupt erst wieder entdeckt

- Schalter umstellen, Stromstöße durch Leitungen schicken - eher Signal- denn Symbolebene (nachgeordnet der direkten Verlötung von Leitungen)

- wo "es" (die Maschine) anfängt Symbole zu verwenden: Maschinensprache

(Ana-)Logische Maschinen:

ANALOG, DIGITAL

Sinn und Unsinn von Dichotomien: analog / digital; kontinuierlich / diskret

- das "Kontinuierliche:" eine metaphysische Unterstellung? analoge Medien indexikalisch Medien, digitale symbolisch (Goodmans Symboltheorie)

- ausdrückliche Unterscheidung analog / digital taucht in Macy-Konferenzen zur Kybernetik auf, um Rechnertypen zu unterscheiden; als medientechnischer Terminus diese Unterscheidung epistemologisch wirksam geworden und zieht die Reflexion von Kontinuierlichem und Diskretem nach sich - "Begriffe, die nicht wie a/d Signale referenzieren, sondern Modelle der Natur selbst. Damit ist die Frage nach dem Verhältnis der Medien zur Physik aufgeworfen" = Ankündigung Bernhard Siegert, Vorlesung "Analog/Digital. Zur Genealogie einer medientheoretischen Basisdichotomie", Fakultät Medien, Bauhaus-Universität Weimar, Wintersemester 2001/2002; steht damit die Mächtigkeit der Differentialrechnung auf dem Spiel, welche die Welt als Schauplatz stetiger Funktionsabläufe begreift; Plancks Einsicht in Quantensprünge von Energie; dazu gehören die Elektronen als das physikalische Elementarteilchen von Elektronik; unterstellt Modell des *computational universe* der Natur selbst eine diskrete, geradezu rechnende (Konrad Zuse) Natur

- läßt sich nach dem Sampling-Theorem "aus den endlich vielen diskreten Zeitsignalen [...] wieder vollständig und völlig fehlerfrei das originale kontinuierliche Signal herstellen. [...] Doch warum gelingt dann nicht dasselbe [...] bei Amplituden- oder Energiewerten?" = Horst Völz, Ist Kybernetik nur noch Nostalgie?, in: Klaus Fuchs-Kittowski / Siegfried Pietrowski (Hg.), Kybernetik und Interdisziplinarität in den Wissenschaften. Georg Klaus zum 90. Geburtstag, Berlin (trafo) 2004, 73-81 (79)

- Michael Nolls, *Digital Computer as a Creative Medium* (1967); hier erstmals das "Digitale" in Verbindung mit "Medien"begriff

- Luhmann: Übertragungsmedium "viskos"; Speichermedien "körnig"; Fritz Heider: feste / lose Kopplung

- analoge Medien (und deren phantasmatischen Geister-Effekte) indexikalisch, digitale Medien hingegen operieren symbolisch

- Schmitt-Triggerschaltung "ein Bindeglied zwischen analoger und digitaler Elektronik. Eine beliebige Eingangsspannung wird eindeutig in die Zustände An und Aus umgesetzt. Ein Beispiel [...] ist ein Dämmerungsschalter. Wenn es dunkel wird, soll eine Lampe eingeschaltet werden. Wichtig ist, dass es im Übergangsbereich nicht zum Flackern der Lampe kommt" = Burkhard Kainka, Lernpaket Elektronik-Experimente (Handbuch), Poing (Franzis) 2004, 53 - eben jener Moment, den Spencer-Brown als zeitlichen Moment und Gotthard Günther in dreiwertiger Logik anschreibt. "Die Schaltung darf also erst bei einer größeren Helligkeit wieder einschalten. Zwischen beiden Schaltpunkten muss es einen gewissen Abstand (Hysterese) geben" = Kainka ebd., damit es nicht zu einer *time of non-reality* (Norbert Wiener) kommt

- Bau eines Oszillators / Tongenerator "mit nur drei Bauteilen, der theoretisch überhaupt nicht funktionieren dürfte, wirft ein Schlaglicht auf den Unterschied zwischen Theorie und Praxis. Mit einem realen Oszilloskop [...] erkennt man, dass es sich um eine Kippschwingung handelt. Der

Piezo-Kondensator wird also immer schlagartig entladen und lädt sich dann langsamer wieder auf" = Burkhard Kainka, Lernpaket Elektronik-Experimente (Handbuch), Poing (Franzis) 2004, 90; Modell auf der CD *Electronic Workbench* zeigt eine Schwingung. "Die Unterschiede zwischen Praxis und Simulation basieren auf einm nicht ganz realitätsnahem Modlel des Transistors in EWB. Die Basis-Emitterstrecke eines realen Kleinsignaltransistors verhält sich in Sperrichtung ähnlich wie eine Zenerdiode [...] funktioniert ein Transistors wegen seines symmetrischen Aufbaus auch mit vertauschtem Emitter und Kollektor [...]. Diese beiden Besonderheiten erklären, dass es zu eine Emitterstrom kommt, noch nicht aber die Kippschwankungen. Das ist eben die Praxis, es funktioniert, aber keiner weiß warum. [...] Versuch zeigt anschaulich, dass man der Simulation und aller Theorie allein nicht trauen darf, in der Praxis können immer wieder unerwartete Effekte auftgreten" <ebd.> - Veto des Realen, Kontingenz der tatsächlichen Physik, Widerstand der analogen Welt; quantenmechanische Annahme diskreter Sprunggrößen im atomaren Bereich, die sich nur probabilistisch fassen lassen (Nils Bohr); Pattee 1974

- medienempistemologischer Unterschied zwischen "analog" und "digital" komplex: "Der Film etwa zerteilt den Zeitfluß in diskontinuierliche Momentaufnahmen, die Fotografie hat ihre Bildpunkte" - vielmehr stochastisch - "in der Körnung des Negativs, das Tonband seine magnetischen Partikel. Nicht die Quantelung selbst, sondern ihre Zählbar- und Adressierbarkeit markieren den grundlegenden Unterschied" = Rolf Großmann, Zur Hybris von Mensch und Maschine in den Neuen Medien, in: Christian W. Thomsen (Hg.), Hybridkultur, Siegen 1994 (Arbeitshefte Bildschirmmedien Nr. 46), 88

- analog / digital, akustisch: Abraham Moles demonstriert es an einer psychotechnischen Beschreibung des Ohrs: Kanalkapazität desselben verantwortlich dafür, ab wann die jeweils in Quanten zerlegte Information als Kontinuum wahrgenommen wird. Großmann weist in einer Fußnote auf die Dichotomie von analog und digital, als kontinuierlich / diskontinuierlich als als metaphysikverdächtig: "Es wird oft übersehen, daß `analog´ und `digital´ kein dichotomisches Begriffspaar bilden, da auch das Analoge zählbar sein kann" = Großmann ebd., Anm. 5

- aristotelische Zeitdefinition: Bewegung messen heißt, sie zählen

- schreibt Max Bense in seinen *Konturen einer Geistesgeschichte der Mathematik*, "daß es innerhalb der Physik durch das Eindringen der Forschung in atomare Vorgänge im Zusammenhang mit den Quantentheorie bzw. der Quantenmechanik (Unbestimtheitrelation) zu einer mächtigen Infragestellung dieses auf Stetigkeit, Folge und Differentialgleichung begründeten Barock gekommen ist" = 126; zitiert hier nach: Rieger 2003, 510

- stehen techno-logische Medien der Physik (die ihrerseits ein Modell der Natur ist, neuzeitlich) ebenso nahe wie der Kultur; mathematische Unterscheidung kontinuierlich / diskret als Unterscheidung zwischen

Geometrie und Arithmetik; semiotisch "natürliche" *versus* "arbiträre" Zeichen (Index *versus* Symbol)

Zwischen analogen und binären Bauteilen

- Ästhetik digitaler Epistemologie; einen Kreis nicht länger *idealiter* (im Sinne Platons), sondern von seiner tatsächlich stattfindenden binären Representation auf dem Matrixbildschirm her zu denken, als algorithmische Funktion diskreter Geometrie - also treppenförmig; kontinuierliche Linien ziehenden Vektorgraphik ließ sich auf Kathodenstrahlmonitoren noch stetig darstellen, weil das Darstellungsmedium selbst analog; im Wettstreit mit hochaufgelösten Pixeln (Oversampling) gerät diese Option zum medienarchäologischen Anachronismus; resultiert die epistemologische Erkenntnis: "Im Allgemeinen ist der Analog-Computer nur für eine bestimmte Funktion ausgelegt, da der gegenseitige Zusammenhang der Recheneinheiten nicht oder nur sehr schwer zu ändern ist; das Programm eines Digital-Computers dagegen ist einfach zu verändern, woraus sich eine universale Einsatzmöglichkeit ergibt" = Martinus Bernardus Immerzeel, Mikrocomputer ohne Ballast, München (Franzis) 1984, 12

- Addition in einem Analogcomputer = Abb. 2 in Immerzeel 1984: 11, und als Rechnung im Dual- oder Binärsystem = ebd., 15 ff.; Metaphysik des Kontinuierlichen? "Eine besondere Eigenschaft der Analogtechnik liegt darin, daß seine Größe jeden beliebigen Werte zwischen zwei Grenzwerten annehmen kann. Das ist bei der Digitalrechnung nicht der Fall. Eine veränderliche digitale Größe kann nur schrittweise zu- oder abnehmen" = ebd., 12; bei Analoguhr mit Stunden- und Minutenzeiger Zwischenwerte von Minuten ablesbar - täuscht über diskrete Schritte der Räderuhr hinweg. "Bei einer Digitaluhr ist das nicht mmöglich, so daß zur genauen Zeietmessung noch eine Sekudnenanzeige erforderlich ist. Das beduetet, daß in der Digital-Technik die Genauigkeit dadurch vergrößert werden kann, daß man die Schritte, mit denen die Größen verändert werden, verkleinert" = ebd., 12

- Sampling-Theorem; doppelte Abtastung der Signal führt zur verlustfreien Reproduzierbarkeit des Ausgangssignals

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 übertragenenen 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; öffnet sich die Kluft zwischen dem Realen in seiner Kontingenz und der symbolischen Ordnung (der ganzzahlig rechnenden Maschine); inmitten des kulturellen Bemühens um symbolisch-technische Ordnung die fortwährende Provokation durch Zufall, Rauschen, Unordnung, stochastische Ereignisse - das potentielle Vetorecht der Realität

A/D-Verhältnisse

- langsam ansteigende Stromspannung kontinuierlich, bis zum Moment des abrupten (impulsbildenden) Zündens (Thyratron-Elektronenröhre); 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 impulshafte 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 lichtemofindliche Platte in rascher Aufeinanderfolge eine Anzahl von nebeneinander beifndlichen

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 variierter Beleuchtung 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 Hysterse; genau hier löst sich aber die Welt der binären Informationsverarbeitung (logisch) vom physikalischen Medienbegriff: "Mit dem Schmitt-Trigger können analoge Werte digitalisiert werden" = Anleitungsbuch zum Busch-Experimentiersystem 2188 *Computer-Technik*, Viernheim 1988, 63; 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)

- vermag laut Sampling-Theorem 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 2/3 und der vollen Betriebsspannung schwanken. [...] Der zweite digitale Schaltzustand 'low' (L oder 0) darf zwischen 0 V und 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

"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.

- Begriff der "hindrance" bei Shannon

- lassen Schaltungsdiagramme (Schaltpläne) physikalisch subtile / kritische 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 ungülstig beeinflsuens, 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 Digtialempfängern 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 *alias* Welt

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 Archilles 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); 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" = 41; wird dergleiche Prozeß aber nicht schrittweise gedacht (und nicht chronophotographisch als Effekt des Meßmediums diskretisiert), sondern als konstante Geschwindigkeit Achills, der eben nicht schrittweise seinen Lauf unterbricht, überholt er -trotz einer unendlichen Anzahl von denkbaren Schritten - die Schildkröte = 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 transzendentale 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" (Shintaro Miyazaki) zu werden - auf den Punkt gebracht durch den "run"-Befehl von Software.

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 Fliehkraftregeler 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 Dreh*zahl* 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; algebraische Gleichung vermag also an die Stelle einer dynamischen Maschine zu treten - aber doch nur im Symbolischen; 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)

- anloges 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

- 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" = Norbert Schläbitz, Der diskrete Charme der Neuen Medien. Digitale Musik im medientheoretischen Kontext und deren musikpädagogische Wertung, Augsburg (Wißner) 1997, 134; (selbstredend analoge) Welt ist "in ihren Existenzbedingungen nicht vollkommen beschreibbar"; "alles Digitalisieren ist also immer mit Komplexitätsreduktion verbunden" = 135; von daher "die grundsätzliche Unaufschreibbarkeit des Analogen" <ebd.>

- kehrt hier in Begriffen ("beschreibbar") wie in der technomathematichen Praxis etwas wieder ein, was die Analogmedien gerade ausgetrieben hatte: diskrete Alphabete, und zwar als wirklich (wenngleich nun alphanumerische, nicht mehr primär phonetische) Schrift; 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; Sampling für akustische und optische Signale; die in Scherben oder gar Mosaiksteine zersplitterte Ming-Vase Erscheinung des hochdefinierten Bildes auf der Basis hochverdichteter Pixel

- Vergleichbar ist diese Lage mit der Differenz von Analogcomputer und Digitalcomputer; 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).

Sich dem Kontinuierlichen diskontinuierlich nähern

- Begriffe "variabel, stufenlos, stetig, kontinuierlich, anlog" 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 insfoern, als das Meßergebnis nur ein ganzzahliges Vielfaches der kleinsten Einheit des zur Messung verwendetne 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 Meßeinheit 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

- "Jede Kippschaltung braucht eine Rückkopplung zum Erreichen eines stabilen Zustands" = Burkhard Kainka, Lernpaket Elektronik-Experimente (Handbuch), Poing (Franzis) 2004, 53 - etwa über die Emitteranschlüsse des Transistors. "Der Spannungsabfall im gemeinsamen Emitterwiderstand sorgt dafür, dass jeweils eindeutiger Zustand vorliegt" = ebd.

- vermag sich der kalkulierende Mediengeist stetigen Vorgängen auf zwei Wegen zu nähern: einerseits mit der Methode von Analogcomputern, d. h. durch analoge Modellierung der infinitesimalen Mathematik solcher Prozesse, oder radikal diskret, symbolrechnend: die Welt der Fraktale, *computable*

- Schlüssel zur Meisterung des Natürlichen (Stetigen, Kontinuierlichen, Dynamischen) mit Mitteln der diskreten Mathematik seit Leibniz und Newton die Infinitesimalrechnung, speziell: die Differentialrechnung; erzeugt verblüffende Analogien, etwa die zwischen einer freien mechanischen Schwingung und dem Verhalten eines elektrischen Schwingkreises. Lenin exzerpierte Ludwig Boltzmann: "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'" = zitiert nach: R. Thiel, Quantität oder Begriff, Berlin (Dt. Verlag d. Wiss.) 1967, 329; 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

- faßt Fourier wellenphysikalische Phänomene; 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) und sie zum anderen auch als Synchronisationspulse eingesetzt werden können" = Martin Donner, Medienepistemologische Konsequenzen der Fourier-Analyse (Humboldt-Universität zu Berlin, Seminar für Medienwissenschaft, Hausarbeit 2006); *online* xxx

- 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, Structual 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- / Involllzugsetzung (*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 eigenen" = Analytische Theorie der Wärme, 451; schon die Zerlegung scheinbar kontinuierlicher Schwingugnsverläufe in einzelne Koeffizienten stellt eine Diskretisieriung dar, eine Analyse, vor dem Hintergrund der antiken Kulturtechnik Alphabet (McLuhan / Mumford)

- diskrete Fourier-Transformation erlaubt die Fläche unter einer Kurve allein mit Hilfe der eingestzten diskreten (Abstast-)Werte zu finden, "vorausgesetzt diese sind äquidistant d. h. in immer gleichen zeitlichen Abstände <Delta t> 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 Überflußbereich 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 Continuums 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 [...] 'nicht exakt'" = xxx, 54

- 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

- kein Scheitern der diskreten Maschine an den reellen Zahlen; Turing sieht gleich im ersten Satz von 1936 eine (eingeschränkte) Möglichkeit: berechenbare 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 PI 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; stellt sich die Frage nach dem Analogen gerade im Digitalen

Kontinuierlich / diskontinuierlich

- Analogtechnik, wenn Signale und Systeme mit kontinuierlichen Werten beschrieben werden können; 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 (Co/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 "discreetness versus continuity": G. Birkhoff, Mathematics and psychology, Moskau 1977

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" = zitiert nach http://www.heise.de/newsticker/100-Jahre-Verstaerkerroehre--/meldung/70347; Zugriff März 2008; 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; proportionaler Analogiebegriff auf einen dynamisch-zeitbezogenen ausdehnen

- Analogie heißt nicht notwendig kontinuierlich; auch *algebraisch* formuliert, etwa a:b = c:d

„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)

- wie das diskrete Vokalalphabet die Sprache mechanisiert; vermag der Comptuer zwar Physik zu modellieren (DSP - Digital Signal Processing), aber ob die dazu verwendeten mathematischen Werkzeuge *in* der Welt sind oder nur deren theoretisches Modell, strittig (ein *Widerstreit* in diesem Sinne) - gegen den mathematischen Logozentrismus, dem der Zeitbezug (also das Dynamisch-Prozessuale) des in-der-Welt-Seins entgeht

- 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; beipunktueller 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 entscheidungskritischcen 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 Zeitbildpunktreihen.

Zwischen analog und digital

- "Every digital device is really an analogical device which disntiguishes 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 destinction between fieldes 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

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 Analogen (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.

- Fechner / Webersches 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 damit = Henri Bergson, Zeit und Freiheit [*1888], Hamburg (Europ. Verl.-Anst.) 1994, 51

- Kosmos Experimentierkasten *Microcontroller*, Anleitung (Handbuch) Burkhard Kainka, Stuttgart (Franckh-Kosmos), Kapitel 7 "Messwerte am Bildschirm", 29 f.: 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 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 chrakteristischerweise zwischen PWM 0 und 255). "Zwischen

Stufe 1 unsd 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"; 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

- Glasfaserübertragung von Licht durch Elektronik kodiert oder dekodiert, um Informationsmenge überhaupt erst zu erzeugen / Verschlüsselung, etwa durch Laser, der mehrere Millionen Schaltungen an/aus pro Sekunde erlaubt); Endgeräte die Verlangsamer; bei höherer Quantisierungsrate (digitaler Kodierung) Qualitätsverlust (bei Übertragung) von Information geringer als im analogen Verfahren

- Vinyl-Schallplatte *versus* CD-ROM; Digitalisierung 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 hoch 16) zur Abstufung des Signals verwendet werden. Konkret heißt das Übersetzung vom Physischen ins Mathematische: „Der Ton hat keine Chance" = Konrad Heidkamp, Diese digitalen Töne, in: Die Zeit Nr. 34 v. 17. August 1990, 68

- 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

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

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 Objetks, 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 Abgebildetete; 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 gegenber 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 Photographie 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) mit dem (elektro-)physikalische Realen

- kehrt mit dem digitalen Fernsehen 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.

- Methode, Bilder in einen "Text" zu verwandeln: "Diese Variante der Ekphrasis heißt schlicht und einfach Scanning" = Bilder sortieren. Vorschlag für ein visuell adressierbares Bildarchiv, Vortrag Stefan Heidenreich 13.XI.96 KHM Köln, TS Fassung 13.11.96, Seite 3 - und ist damit (medienarchäologisch radikal) unhermeneutisch. Vielmehr reduziert der Scanner das, was wir „Bild“ 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, notwenig 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 an 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. entpsricht der Differenz aus den

Frequenzen der beiden Schwingungen (z. B. 102 Hz-100 Hz = 2 Hz); Enders 3/1997: 278

- operiert mit Zwischenfrequenzen jeder Superheterodyn-Radioempfänger: 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.

- gibt Analogrechner am XY-Schreiber bzw. dem Oszilloskop Funktionskurven aus; lassen sich diese als Nomogramme entziffern. Diese stellen mathematische Maschinen dar: "Ohne jede Rechnung - leidglich mit Hilfe eines Lineals - ermöglicht das Nonogramm die Bestimmerung der [...] Werte" = Nomogramm zur Parallelschaltung von Widerständen und Serienschaltung von Kondensatoren, in: Funk-Technik Nr. 1/1948, 2, etwa die von Widerständen in Parallelschaltung oder von Kapazitäten in Serienschaltung; 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; Vorgang läßt sich mit einem Meßinstrument (skalar) anzeigen (mithin als implizite Rechenergebnisse lesbar) = Klaus Schlenzig, Handbuch zum Experimentierkasten *Kosmos electronic profi*, Stuttgart (Frankch-Kosmos) 2007, 122

- der damit verbundene Erkenntnismoment: Schaltung eines Integrators "bietet einen einstellbaren Zeitschalter und neue Einsichten" = 123; 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; 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

- kommunizieren Nervenzellen über elektrische und chemische Synapsen; bei elektrischen Synapsen zwei Nervenzellen über enge Zellkontakte miteinander verbunden; elektrische Erregung "direkt und ohne weitere Verzögerung von einer Zelle zur anderen"; bei chemischen Synapsen die elektrische Erregung nicht direkt übertragen, sondern durch chemische

Botenstoffe, Neutrotransmitter = Gerhard Roth, Das Gehirn des Menschen, in: ders. / Wolfgang Prinz (Hg.), Kopf-Arbeit; treten kurzfristige Aktionspotenziale auf, analog (spannungsgestuert) und digital: Übermittlung von Ionen.

- Differenz zwischen Computer und Hirn 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 Informationsverabeitung 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 Eintretten oder Nichteintreffen eines Signals den Wert 0 oder 1 zuzuordnen, wie dies in einem Rechnersytsem geschieht" = Detlef Linke, Das Gehirn, München 2002, 81

"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 Kodes. Das sogenannte Digitale ist allein im platonisch-informationstheoretischen, aber nicht medienphysikalischen Sinne wirklich digital, sondern vielmehr ein Grenzwert des Analogen: steile Flanken, nahezu Dirac-Impulse.

- Modulation *versus* Information; "selbst die durch menschliche Thöne und Rede in Bewegung gesetzten und formirten 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 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 Sanierungs 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

- digitalrechnend 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 proportionaler Beziehungen zueinander. analog in diesem Sinne sind z. B. fast alle graphischen dArsetllung variierender Größen wie Wachstum, Stimmverteilung, Planerfüllung usw., durch Kurven und Diagramme" = Manfred Bierwisch, Musik und Sprache. Überlegungen zu ihrer Struktur und Funktionsweise, 9-102 (44), in: Jahrbuch der Musikbibliothek Peters, forgeführt als Deutsches Jahrbuch der Musikwissenschaft, 1. Jahrgang 1978, Leipzig (Peters) 1979

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

- Oxymoron der "kontinuierlichen Kodierung" als Spezialfall der analogen, stetige Variation der Form- und Bedeutungsdimension. "analog" kann also kontinulerihc 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

- 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" = Bernhard Siegert, Passage des Digitalen. Zeichenpraktiken der neuzeitlichen Wissenschaften 1500-1900, Berlin (Brinkmann & Bose) 2003, 9; 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 Sychronzeit - hergestellt werden muß, etwa in SuperCollider); insofern unterscheidet sich das analog übertragene Fernsehbild ("live") noch vom digital übertragenen (zeiterzogen, dilativ)

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

- 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

- Idee eines Kalküls gleich Maschine

- *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 gesamplet 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: machtematische Rechnung. Vgl. Anti-Verwackeln: bedarf es einer höheren Pixelrate, deren Reserve dafür verwendet

- Carl Friedrich Gauß aber "setzt bei seinen telefgrafischen Versuchen um 1830 an die Stelle von 0 und 1 die Zichen + und - und weist damit auf die Elektrifizierbarkeit der digitalen Kodes hin" (Wolfgang Coy, Vortrag / Reader HyperKult 29.3.2003); in dieser Kopplung wird das Diskrete als Bool ´sche 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" =* Michael Harenberg, Virtuelle Instrumente zwischen Simulatin und (De)Konstruktion, in: Soundcultures. Über elektronische und digitale Musik, hg. v. Marcus S. Kleiner / Achim Szepanski, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 2003, 69-93 (78)

- wird Signal digitalisiert, indem man es an verschiedenen Punkten abtastet. "Wenn diese Abtastpunkte dicht genug nebeninanderliegen, läßt sich daraus eine scheibar perfekte Kopie rstellen. Für eine Audio-CD beispieslweist tastet an dei Klägne 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 uununterbrochene Wiedergabe der Origianlmusik. Die aufeinanderoflgenden einzelnen Meßpunkte leigen zeitlich so dicht nebeneinander daß unser Ohr sie nicht mehr als eine Aneinanddrreihung 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 einzelne Bildpunkten: "Aus unserem makorskopischen Blickwinkel betrachtet, entwicket 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 kostspsieligen und störanfälligen Kanal von größter Bedeutung sind" = ebd., 24. "Die Digitalisierung ermöglicht die Übetragung eines Signals mit zusätzlichen

Informatinen zur Korektur 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" = Hans Titze, Ist Information ein Prinzip?, Meisenheim/Glan (Hain) 1971, 104; alle Information damit den Materialitäten verschrieben, in denen Kodes 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

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

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

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

- 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" = National Libraries: Their problems and prospects, Paris 1960 (UNESCO Manuals for Libraries 11), 36, zitiert nach: Rötzsch 1962: 3; gehen Bücher 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 Keilschriftfragementen in Bibliotheken / Museen verteilt; bildstatistische Zusammenfügung von Fragmenten durch Kantenerkennung, im Blick des Rechners. Im digitalen Raum aber andere Halbwertzeit der Information

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

- Klassifikation der Nachrichten in diskrete, kontinuierliche und gemischte Systeme; auch Signale, die im Transmittorprozeß 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

- als kodiertes Signal jede Nachricht bereits Teil des synchronen Archivs der Gegenwart; älteste Darstellung eines Buchladens von 1499 zeigt einen Totentanz mit Setzer, Drucker und Buchhändler = Abdruck in: Reinhard Wittmann, Geschichte des deutschen Buchhandels, München (Beck) 1991, 33; 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 Zwielicht, 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")

- operiert analoge Photographie technisch-physikalisch immer noch referentiell; bringt Malevich mit seiner gegenstandslosen Malerei (dem *Schwarzen Quadrat*) die Referentialität auf den Nullpunkt; wird damit 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" = Gerhard Glüher, Von der Theorie der Fotografie zur Theorie des digitalen Bildes, in: kritische berichte 2/98, 23-31 (25)

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

- 1936 Turing-Maschine abstrakt und zeit*un*kritisch; 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 Telephonsystem 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 materialle Medialität auf ditiale 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 Gehirnwassersiziliumwelt-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

- Schnittstelle Amateuerfunkmessen (AREB Dresden, HAM-Radio Friedrichshafen) / Vintage Comuting Festivals (München, Berlin); ist die "Analog"technik der Funkwelt fortdauernd die Möglichkeitsbedingung von elektronischem *computing* (notwendig, aber nicht hinreichend zur Erklärung der A/D-Differenz); überschneiden sich beide Welten in die Digitalisierung von Funkgerät / der funkischen Übertragung von Code; am 16. Oktober 1986 im Schulfunk der DDR eine Testsendung: Horst Völz über effektives Programmiereen in BASIC; anschließend drei Programmen zum Berechnen von Primzahlen gesendet. "Software auf Tonbandkassette sind Geräusche, deren Frequenzen vom Compuer als Bits interpretiert werden. Diese 'Rauschlider' kann man auf andere Kassetten überspielen; man kann sie aber auch über das Radio funken" = René Meyer, Computer in der DDR, Erfurt (Landeszentrale für politische Bildung Thüringen) 2019, 118

- gewährt binäre (und damit schaltungslogisch in Form elektromagnetische Relais, elektronischer Kippschaltungen oder hochintegrierter Transistoren techno-logisch implementierbare) Numerik 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 digit*aliter* simuliert. Bislang waren Phonographie, Radio und Video nicht notwendig Teilmenge des Oberbegriffs Medienwissenschaften

- 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? 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 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" = Nelson Goodman, Sprachen der Kunst, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 1998, 154 f. - insofern ein Notationssystem (disjunkt). Aufgabe des Analogcomputer ist es, “eine absolute Position in einem Kontinuum zu registrieren" = 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

- "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" = Régis Debray, Vie et mort de l´image. Une histoire du regard en Occident, Paris (Gallimard) 1992, 300; 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 einen non-arbiträren Verhältnis zum Impuls:

- diagrammatische Indexikalität digitaler Objekte? "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" = Hermann v. Helmholtz, Die Tatsachen in der Wahrnehmung, in: ders., Schriften zur Erkenntnistheorie, Wien / New York (Springer) 1998, 147-176 (154)

- Differenz zum Digitalen, das die Umrechenbarkeit, Umprogrammierbarkeit der Daten impliziert; sind für Helmholtz Sinnesempfindungen nicht nur Zeichen von etwas Geschehendem, sondern “das *Gesetz* dieses Geschehens können sie uns abbilden" = Helmholtz 1998: 154

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

- "computer and networks; algorithms, codes, the digital [...]. We call it the machinic" = Giaco Schiesser, 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" = Nelson Goodman, Sprachen der Kunst, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 1998, 154 f. - insofern ein Notationssystem (disjunkt). Aufgabe des Analogcomputer ist es, “eine absolute Position in einem Kontinuum zu registrieren" = 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.; Fehleranfälligkeit (Ungenauigkeit) des analogen Messens ein Defizit erst im funktionalen Kontext: digitaler Computer etwa war eine hochgezüchtete Zählmaschine, für Rechenaufgaben: H-Bombe (von-Neumann-Architektur), Los Alamos.

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

- Verhalten der Turingmaschine im Rahmen der (Übergangs-)Funktionen ihres inneren Zustands von äußerlichen Inputs bestimmt = Georg Klaus, Zur Soziologie der "Mensch-Maschine-Symbiose, in: Dt. Zs. f. Philosophie (1962), 885-902 (890 f.); "suppose that the number of states of mind which need be taken into account is finite" = Turing 1937: 250, analog zur Endlichkeit des symbolischen Alphabets

- demgegenüber inverse Turingmaschine als Einstellungsmodell: autoprogrammieren sich die endlichen "inneren Zustände" der Bewußtseinsmaschine als Funktion der jeweiligen Eingaben aus der Umwelt ruckweise / in temporalen Intervallen (zur zeitweiligen Stabilisierung / Delta-*t*) um, adaptiv gegenüber der jeweiligen Lage (Turings "Orakelmaschine"); analog zur Differenz einer mathematischen Komposition nach innermusikalischen Gesetzen (der pythagoeische *lógos*) vs. Programmusik, die außermusikalische Tonmalerei (bis hin zu akustischen Signalen) mitprozessiert; neigt symbolverarbeitendes Wesen (sprachgesteuerter Mensch / negentropische Kultur) im Unterschied zum kybernetischen Homöostat (Ashbys "Analogrechner") zur Rekonfiguration in diskreten Sprüngen; "symbolische KI" i. U. zum konnektionistischen Ansatz (Wichtungen in neuronalen Netzen, Training); darf Herausforderung der vorprogrammierten Maschine durch das "diskretisierte Kontinuum" des Input nicht schneller / kritischer Sein als die Möglichkeit der symbolischen Ordnung, darauf in angemessener Zeit zu reagieren respektive sich adaptiv umzuprogrammieren

Zwischen zwei Zuständen: "0 / 1"

- Schaltschwellen: "Digitale Eingänge unterscheiden nur zwei Zustände, Eins und Null" = Burkhard Kainka, Lernpaket Microcontroller, Poing (Franzis) 2007, 45; beginnt schon mit dem Zusatz die Verwechslung von (elektrotechnisch) Realem und (zählendem) Symbolischen: Bennung mit Zahl-Zuständen ist bereits eine idealistische, eben: 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)

- 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”

- basale griechische Operation, elementare Buchstaben zugleich als Zahlzeichen zu verwenden, welche das Digitale praktizierbar machte: “Der erst 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" - damit im binären Zahlensystem anschreibbar, “durch paarweise kombinierte Ausschläge" = 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

- Form der Lochkarte, seitdem sie Jacquard für Webmuster Ende des 18. Jahrhunderts entwickelte

- 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 telefgrafischen Versuchen um 1830 an die Stelle von 0 und 1 die Zeichen + und - und weist damit auf die Elektrifizierbarkeit der digitalen Kodes 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.

- 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; können mit mathematischen Gleichungen im digitalen Raum alle Parameter von Musik adressiert werden

- läuft das griechische Vokalalphabet, in seiner Eintrainierung des Diskreten, auf die digitale Epoche hinaus

- Carl Sagan, SETI Programm (Search for Extra Terrestrial Intelligence) der Planetary Society in Pasadena (Kalifornien) Versuch "to communicate the diverstiy 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" = 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

- analoge Übertragung weniger abstrakt als die digitale; werden durch die *speech-to-text*-Software *via voice* von IBM - 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; 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 Münder wiedergeben und somit der Nachricht nicht in allen ihren Schwankungen, Feinheiten und Details folgen. Der Preis

des Digitalen ist die Reduktion, die Filtertung 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

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.

- basieren gängige Klangsyntheseverfahren auf dem eindimenisonalen, auf Fourrier 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 herscht ein grundsätzlich verschiedenes Paradima: “das der *zeitlich* diskreten Rastertung von einzelwerten eines Abstastvorganges 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 Verkehrung 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 verfüg-, änder- und kombinierbar = Exposé Jens Schröter / Böhnke zu 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

- 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" = xxx: 24 ff.

- 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 nebeninanderliegen, läßt sich daraus eine scheinbar perfekte Kopie erstellen. Für eine Audio-CD beispielsweise tastet man die Klänge eines Musikstücks 44100 mal pro Sekudne 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 uununterbrochene Wiedergabe der Origianlmusik. 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 - 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 makorskopischen 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; werden Eigengeräusche der klassischen Vinylscheibe in den neunziger Jahren digital gesamplet und in speziellen Plug-ins

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

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*" = 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); wird erst in aisthetischer Form, also phänomenologisch 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 krisitiert). 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 Analogen ins ideelle Reich des Digitalen ein. Sein Verzug heißt Hysterese, das Nachwirken nach Aufhören der einwirkenden Kraft. Informatik nutzt die Hysterese, um Entscheidungen auf der Basis skalarer Eingangsgrößen im Grenzbereich mehr Stabilität zu verleihen = http://www.gedanken-macher.de/html/commentarioli/janeinhysterese.php4

- Information ungleich Materie ungleich Energie (Norber Wiener)? "Das besondere Kennzeichen aller Kanäle ist, daß sie durchwegs in das Gebiet der Physik fallen" = Hans Titze, Ist Information ein Prinzip?, Meisenheim/Glan (Hain) 1971, 104; alle Information ist damit den Materialitäten verschrieben, in denen Kodes 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

- analoge Signalquelle wird digital analysiert (in Sampling-Raten), und in seine Frequenzanteile aufgespalten; analoge Messung zwar näher an der Physik, aber ungenauer

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

- 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

- nicht fragen: Was *ist* das Digitale im Unterschied zum Analogen; schon diese Frage-Stellung (im Sinne Heideggers: *Was ist das, die Philosophie*) selbst ist diskretisierend, auf Unterschied setzend. Alternativ ließe sich *per analogiam* fragen; Frage ist vielmehr: seitwann ist emphatisch vom Digitalen die Rede. Und das ist seit Zeiten des Computers, indem er auf der Boolschen 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

- 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

- Projekt MPI / xxx, Cuneiform digital library Project: Auf WWW-Ebene zusammenfügen, was weltweit an Keilschriftfragementen in Bibliotheken / Museen verteilt ist. Unter den Tisch fällt die klassiche inhaltliche Erschließung von Daten imdigitalen Raum oft; aber Ershcließung geschieht eben nicht nur durhc den menschen: im digitalen Raum auch von der Maschine. Etwa bildstatistsiche Zusammenfügung von Fragmenten durch Kantenerkennung, geschidhet im Blick des Rechners; andere Halbwertzeit der Information. Das Analoge: die Welt des Historischen
das Digitale: der Versuch, Welt zu kalkulieren = Leibniz, Apokatastastis panton, 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" = Roland Barthes, Elemente der Semiologie, Frankfurt / M. 1983, 68 f.; 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 Transmittorprozeß 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 nämlich. 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 Zwielicht, 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; 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*.

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

- Aufsatz Walter Seitter in Katalog *Painting Pictures*, Kunstmuseum Wolfsburg, 2003: Mosaike; Pinselstriche; operiert Malerei diskret, “Strich für Strich”, mit dem Pinsel = in: Painting Pictures. Malerei und Medien im digitalen Zeitalter, Ausstellungskatalog Kunstmuseum Wolfsburg, Kerber Verlag 2002, 30-34 (31); verleitet das Digitale dazu, digitale Formen kulturechnisch zurückzuerinnern; Risiko, in dieser kulturgeschichtlich versöhnlichesn 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 Diskntitjitäten 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 unvordenkliche Spur? Argument Editorial *Arifmometr*: Asymmetrie / Widerstreit zwischen Mathematikern und Ingfenieuren. Hier liegt die Begründung des Maschinischem im Mechanischen (gegen Szlizard, der der Entropie im Mechanischen für vernachlässigenswert hält?); Turing 1936: als Turing-Maschine abstrakt und zeit*un*kritisch; 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 Teleksop; 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 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 epistempologische 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 = Barck et al. (Hg.) 1990: 453; 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" = Friedrich Kittler, Fiktion und Simulation, in: Ars Electronica (Hg.), Philosophien der neuen Technologie, Berlin 1989, 57-80

- Konrad Zuse, *Der rechnende Raum*, 1969: digitaler Raum als rechnender Raum, “der den gesamten physikalischen Raum zu einem kybernetischen diskreten bzw. digitalen Universum macht" = 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) - d. h. *filtert* und zur physikalischen Realität damit in etwa in einem Verhältnis steht wie das digitale “Bild” zum klassischen Bild

- meint "digital" 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; *epistemé* 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 *quanten*mechanischen 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.

Loops

- technische Basis zunächst: *closed groove records*, wo die Plattenrille 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; Heribert Eimert am "Spulentisch" des WDR-Studios für elektronische Musik

- konstruiert Schaeffer das Phonogene (Paris 1951), das heute als elektronisches Modul (Hardware) oder Software-Modul (MaxSP) fortexistiert = Tilman Baumgärtel, Schleifen. Zur Geschichte und Ästhetik des Loops, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2015

- 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

Der Kern der Digitalisierung: A/D-Wandlung

- 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 prozessualer Begriff der Digitalisierung Serres 2001: 178 f.

- 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 Adresserbarkeit = 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 Gigaherz-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

- 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"). Welthaftige 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 signals 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 eine 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 Hight 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 Telphon 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)

- 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 Lnie: Rücksichtnahme auf das Wesen hochtechischer Maschinen

- "digital" (von lat. *digitus*) buchstäblich "mit Fingern" zählen, meint präziser aber: mit Zahlen etwas tun. Für *digits*, also Zahlensymbole, gibt es verschiedene Realiseirungen. "Digitalschaltungen kennen am Ein- und Ausgang nur die Werte I und 0, allenfalls eine Reihe von festgelegten Stufenwerten, deren entscheidendes Merkmal es ist, im Rechenprozeß deutlich unterscheidbar zu sein =Siegfried B. Rentzsch, Begriffe der Elektronik. 4018 Fachwörter kurz und bündig erklärt, 4. überarb. Aufl. Poing (Franzis) 1995, 100; zeitkritisch das von Nelson Goodman definierte Kriterium der Disjunktheit zu erfüllen

- bedeutet Digitalisierung medienepistemologisch die Übersetzung von Welt in operative Mathematik (sofern der Welt selbst nicht schon Mathematikhaftigkeit unterstellt wird); Schauplatz dieser "Übersetzung" die Schnittstelle von Umwelt und Rechenmaschine (die gleichwohl selbst Teil der physikalischen Welt ist, die sie als Information simuliert)

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

- transformiert Digitalisieren 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

- Digitalisierung zu einem kulturellen *umbrella word* geworden, zu einer Metapher für die computerisiete 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" - 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" = 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)

- 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 Goodmanns Symboltheorie jede Form der Notation, die distinktiv Eindeutigkeit herstellt, "digital" (im Sinne von unterscheidbar) = Nelson Goodman, Sprachen der Kunst. Entwurf einer Symboltheorie, Frankfurt / M. 1997 (EO Structures of Appearance, 1951]. 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" = Claude Shannon / Warren Weaver, Mathematische Grundlagen der Informationstheorie [AO 1949], München (Oldenbourg) 1976, 18; 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 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 durhc 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" = Michel Serres / Nayla Farouki (Hg.), Thesaurus der exakten Wissenschaften, Frankfurt / M. (Zweitausendeins) 2001, Eintrag "digital", 175 f. (176)

- 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.

- lassen sichShannons Definition zufolge 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"), sind die in digitalen Rechnern implementierten Symbole selbst handlungsfähig

Die linguistische Variante von "Digitalität"

- Roman Jakobsen, im Bestreben einer Philologie im (und für das) Informationszeitalter; zu diesem Begriff: Roman Jakobson, Selected Writings, xxx, Bd. II, 570; 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: "Jakobsen 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" = 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, 88 ff. - eine Verschiebung hin zur Semantik.

- mit Adaption der Nachrichtentheorie Jakobson auch von deren Irritationen heimgesucht: dem Signal-Rausch-Abstand, der sich im Falle von poetischen Ambiguitäten zugleich hermeneutisch stellt; zu Jakobsons Formulierung von "semantic noise" 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)

- unterscheiden sich "analog" und "digital" im unterschiedlichen Rauschverhalten: Elektronenröhren vermögen - im Unterschied zu numerisch kalkuliertem Pseudo-Zufall in Chiffriermaschinen wie der

ENIGMA und zu menschlichen Versuchen, Zufallsreihen ohne mittelfristigen Mustern zu genieren - 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 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; 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

- 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" = Friedrich Kittler, Grammophon - Film - Typewriter, Berlin (Brinkmann & Bose) 1986, 187 - beruhend auf einem Effekt, den Michael Faraday in ganz und gar unikonologischem Sinne mit überlagerten Speichenrädern experimentierte.

- "digital" 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.

- 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 daztu eine einfachere Approximations-Funktion, von der dann nur die Koeffizienten übertragen bzw. gespeichert werden" = Horst Völz, Kontinuierliche 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 *Dis*kontinuitäten 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" = Régis Debray, Vie et mort de l´image. Une histoire du regard en Occident, Paris (Gallimard) 1992, 300; bewahrt 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.

- 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-diskrect (*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 Ikonologie 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 sei 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 of 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 "zeitkdiskret". Aus digitalisierten Analogsignalen werden damit zeitdiskrete Signale, die damit einer algorithmischen Verarbeitung zugänglich sind. Der zeitkdiskrete 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 successiuon of instants instead of a conitnuous flow. A digital machine must essentially deal with discrete objects" = Alan Turing, Lecture to the Mathematical Society on 20 February 1947, in: The Charles Babbage Institute Reprint Series for the History of Computing, Bd. 10, A. M. Turing's ACE Report of 1946 and Other Papers, Cambridge, Mass. 1986, 111

- Helmholtz' Begriff der "Zwischenzeiten" (*temps perdu*) 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 disntiguishes 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)

- betont Norbert Wiener, daß der Unterschied zwischen analog und digital "not sharp" sei - 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 destinction between fieldes 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

- definiert G. E. Hutchinson im Diskussionszusammenhang, was "analoge" von "digitalen" Maschninen unterscheidet, den Begriff *analogical* folgendermaßen: als "the difference between the natural and real numbers" = Wortmeldungin der Diskussion zu: Ralph W. Gerard, Some of the Problems concerning digital Notions in the central nervous sytsem, in: Cybernetics / Kybernetik. The Macy-Conferences 1946-1953, Bd. 1: Transactions / Protokolle, hg. v. Claus Pias, Zürich / Berlin (diaphanes) 2003, 171-202 (192); 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 1946-1953, 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 Flipflog-Legende und das Digitale. Eine Vorgeschichte des Digitalcomputers vom Unterbrecherkontakt zur Röhrenelektronik 1837-1945, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009, 157

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

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 Analogen 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; handelt es sich hier 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 / Nyqist 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" = Bernhard Siegert, Relais. Geschickte der Literatur als Epoche der Post, Berlin (Brinkmann & Bose) 1993, 286 - zeitkritisch mithin; 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

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 phonograpische 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 Ein-Zeilen-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 supposeldly of a woman smoking a cigarette. Despite my rudimentary processing, the woman was diffucult 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 Abstastung 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 hight 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 Signalereigbisses 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 reflext the hardware implementation. The scale of these numbers is adjusted so that the extreme numeric range represents the extreme reange of brightness values. For an 8-bit wide binrary number, those extremes are 0 to 2555, 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, frequence, or how rapidly each of the sine waves change, and phase, or where earch of the sine waves start in their cycyle 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 quare wave includes an inifinite sequence of harmonics. In reality, any electrical system, whether it is an ampflifier or even just a length of cable, has upper an dlower limits on its frequency response" = McLean 2000: 119

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

- beschreibtMcLean 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, unprocesse 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 Medienwissenchaft, 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 compeltely unknown" = McLean 2000

Mathematisierung der Kommunikation

- Digitalisierung nicht nur Diskretisierung, sondern auch Verzifferung von kontinuierlichen, aber auch von unstetigen 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 Kommunikatinsbegriff 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 Telephons, Robert von Lieben die Elektronenröhre entwickelte), die bislang immer auch die Störungen mitverstärkten, der *regenerative repetitor* 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,mithin Mathematisierung gemeint (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".

- ist erst in seiner mathematisierten Form Digitalisierung eine epistemoogisch 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 Kodierung der Kommunikation

- Informatisierung, frei nach Wieners klassischer Definition in *Kybernetik* von 1949, 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 welthaftiger 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 welthaftige Bezugspunkt, geht mit der Digitalisierung eine Immaterialisierung respektive Virtualisierung einher, die - der etymolischen 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 materialen, 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 / haptische Qualität der Integer-Zahlen

Medienkulturelle Konsequenzen der Digitalisierung: eine ahistorische Form der Tradition

- heißt Digitalisierung epistemologisch gefaßt: 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" = http://de.wikipedia.org/wiki/Digitalisierung; Stand: 6. Oktober 2009; tritt an die Stelle eines Mangels (Überlieferungsverlust) ein Überschuß - ein anderer 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" = 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; diese Beziehung eine quasi-indexikalische? Das, was für Menschen wahrnehmbar als lichtes 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. 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 Hellige (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 zugrundeligeenden 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. ***co****der* und ***dec****oder*) = 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, spondern 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

- "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 doppelten 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; idealerweies: unendiche 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 Operationsvestärker 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 präzis 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

- Nygist-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 Turings Aussicht, dass sich nicht deterministische, sondern lernfähige Rechner durchsetzen werden - eine "Orakel-Maschine", die gelegentlich auch Vermutungen anstellt; Googles Suchmaschine mit

dem "Auf gut Glück"-Knopf: "Menschen machen zufällige Klicks und die Maschine lernt davon"; Intuition mit Erfindungsgabe ersetzen

- 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.

Schaltung zwischen analog und digital

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

- 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

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 Differenzengleichungen 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 Abstastung begann bekanntlich mit der Morsetelegraphie, ihren Relais und Tastern. Zum erstenmal definierte schiere Dauer in einer standardisierten

Zeit den Zeichenstatus von Punkten und Strichen" = 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 (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 selbsttäiges Anhalten nach einer einstellbaren Zeit oder ein periodiches Anhalten nach gewissen Zeitabständen erlauben" = Wolfgang Giloi / Rudolf Lauber, Analogrechnen. Programmierung, Arbeitsweise und Anwendung des elektronischen Analogrechner, Berlin / Göttingen / Heidelberg (Springer) 1963, 21

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

- "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 Errechenung 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 Lokomativen und Waggons unterliegen übrigens berechneten physikalischen 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 illustrirt. 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 gerichet 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 Fugregelung (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 erstrebt

- mathematische Modellierung welthafter Dynamik durch elektronische Bausteinverkettung; heißt im Umkehrschluß: alle elektronische Schaltungen sind implizite mathematische Konfigurationen; 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.

- modulare Beschaltung 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 Wahrscheinlichkeitwellen (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" = Achim Sydow, Elektronisches Hybridrechnen, Berlin (VEB Verlag Technik) 1971, 6; 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

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

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

- nicht mehr nur menschliche, inzwischen algorithmische Fähigkeit, in Wolken und Tanz etwa "unsinnliche Ähnlichkeit" zu erkennen; besonders

Sprache und Schrift "ein Archiv unsinnlicher Ähnlichkeiten [...] geworden" = Walter Benjamin, Über das mimetische Vermögen, in: Gesammelte Schriften, Bd. II, 1, Frankfurt / M. 1989 (2. Aufl.), 213

- 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 *als* 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 Wellengleichungungen 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" =L. Cremer, Die Geige aus der Sicht des Physikers, in: Nachrichten aus der Akademie der Wissenschaften in Göttingen aus dem Jahre 1971. II. Mathematisch-Physikalische Klasse, Jg. 1971, Nr. 12, 223-259 (234); 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 Sozulen und Kondensatoren, mußten dies aber aus der bekannten Erfahrung aufgeben, daß elektrische Sytseme infolge deer Ohmschen Widerstände viel gedämpfter sind als mechanische" = Cremer 1971: 234; Gegenansatz *physical modeling*

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 Kohlegrießmikrophon, „bei welchem die Bewegung einer beschallten Membrane zur Veränderung des Übergangswiderstandes zwischen zwei Elektroden, welche in eine Kohlengrießkammer 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 Kameravershcuß betätigt und sa Nummernschild des Verkehrssünders im Bild festgehalten“8 - Umschalten auf digitale Entscheidung im Makrobereich (Hysterese)

Der epistemologische Einsatz des Analogrechners

-zeitigt Analogcomputer ein Analogon der physikalischen Wirklichkeit durch metonymischen Anteil an derselben; nicht numerisch kodiert, aber hinsichtlich gleich-mathematischer Analysis

- Schlußbemerkung von Achim Sydows *Elektronisches Analogrechnen* kommt ausdrücklich auf den "erkenntnistheoretischen Nutzen des Analogrechners" zu sprechen = 3. neuverf. Aufl. 1971, VEB Verlag Technik Berlin, 72 (Kapitelüberschrift); "daß das Analogrechnen mehr als jede andere Rechentechnik Einsichten in die Arbeitsweise dynamischer Systeme verschafft" <ebd.> und zitiert das Leitwort aus R. W. Hammings 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 tranieren das Einfühlungsvermögen in die Dynamik des Systems" = Achim Sydow, Elektronisches Analogrechnen, Berlin (VEB Verlag Technik) 3. neuverf. Aufl. 1971, 71. 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" = 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" = 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)

- 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 calcultation are not broken down into numerical values [...]. Instead they are represented by the rotation of a shaft or transformed into voltage" 0 Small 1993: 8; handelt es sich nicht um Eingangs"daten", sondern um Signalen.

SAMPLING

Das Registrierbare und das Registrierte

- Quantisierungsrauschen; was verliert chemische Photographie durch digitale Bilddetektoren? "Wenig, vielleicht hier und da gar gewonnen (an Geschwindigkeit z. B.) (mit „CCDs“ Licht in digitale Pixel verwandeln und mit ihnen rechnen, was berechenbar ist); und wissen, „was“ sie ist. Nämlich ein, im Sinne des Wissens, vollständig reversibler Prozess ohne inneren Erinnerungswert. „Digital“ können wir beliebig Bilder herstellen, überlagern, vermischen, fraktalisieren, „dithern“ etc., ohne auch nur ein Pixel in diesem Prozess zu verlieren. Im Digitalen reicht der „Undo“-Button, um alles wiederherzustellen wie es war. Nicht einmal anschauen müssen wir unsere Pixelbits, wir verpacken sie mittels ein paar Headern in ein Soundfile und wandeln ihre Daten in „Musik“ im John Cage’schen Sinn. Das geschähe ebenso verlustfrei wie ein Bildherstellungsprozess und wäre diesem vollständig äquivalent" = Wolfgang Hagen, Die Entropie der Fotografie. Skizzen zur einer Genealogie der digital-elektronischen Bildaufzeichnung, in: Herta Wolf (Hg.), Paradigma Fotografie. fotokritik am Ende des fotografischen Zeitalters, Bd. 1, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 2002, 195-235

- „Objects are not *recorded* in this system as much as they are *rendered.*“ 72 = Druckrey, Dada 1994: 7

Zeit-Reste

- "rest", engl. eine Zeitkategorie; Zeit als Kriterium von "Rest" - mit der These, daß es "zeitkritische" Prozesse sind (Zeitverarbeitung als kritischer Parameter), welche das Wesen der elektronischen Medien definieren

- Reste-Frage wird zeitkritisch (ablesbar im Begriff "Echtzeit" digitaler Operationen; kein Zeitverzug mehr)

- Zeit-Reste: Wilhelm Ostwald formuliert in seiner Schrift *Energetische Grundlagen der Kulturwissenschaft* 1909 dafür: "Vergeude keine Energie, sondern verwerte sie" - in Anlehnung an den ersten, aber nicht den informationstheoretischen (Wiener: Information ungleich Materie / Energie) Hauptsatz der Thermodynamik (Mayer). Ostwald weiter: Organisationsformen schaffen, die ein Arbeiten, Forschen, Operieren "ohne Zeitverluste" ermöglichen = Ostwald 1909: 174 f.; Gilbreth; "Zeit-Liga" Moskau

- mißt Digitalisierung analoges Signal (eine Sinuskurve etwa) in einem bestimmten Zeitintervall - zum (kartesischen) Raum wird hier die Zeit. Anbaloge Schwingung zeichnet sich durch fließende Übedrgänge aus (Welle); digital tritt an diese Stelle die Treppenkurve. Deren Meßdaten werden als Zahglenwerte im Binärcode abgespeichert, in einer üblicghen Sampling-Frequenz von 44.100 Mal pro Sekunde, also 44,1 kHz. "Wenn die Daten einma abgespeichert sind liegen sie in Form von Zahlenketten vor. In diesem Zustand haben sie keinen festen Zeitbezug mehr" = Kiefer xxx: 191

Kompressionsverfahren visuell

- was bei analog/digital-Umwandlung verlorengeht; Scannen und Bearbeiten von Bildvorlagen in Bitmustern, also pixelweise (gespeichert in TIFF-Format); Scanner tastet ein Objekt mit einem Licht- oder Elektronenstrahl punkt- bzw. zeilenförmig ab; erst dann kann er die erhaltenen Meßwerte weiterverarbeiten, wenn sie digitalisiert worden sind, also rechenbar

- was fortfällt, sind die kontinuierlichen Übergänge, konkret: Fehlerraten in der Optical Character Recognition; dazu Wolfgang Limper, OCR und Archivierung. Texterkennung, Dokumentation, Textrecherche, München (te-wi-Verl.) 1993, Kap. 5. Demgegenüber ersatzweise Differentialrechnung, indem durch Limeswerte mit der kleinsten Differenz, die keinen Untershcied mehr macht (Beispiel: Parabel, an der nur der Anfangsteil abgeschnitten wirde), gerechnet wird - kleinste Unterschiede (Reste), die nicht mehr zählen

- Beitrag Böszörmenyi zu Publikation *Suchbilder*: "*Kompressionsverfahren*, mit deren Hilfe wir die Größe der Bildpunktmenge einer Videoaufnahme ohne einen spürbaren Qualitätsverlust drastisch reduzieren können – wobei die diesbezügliche Toleranz nicht unabhängig vom Beobachter ist. Einem gutgeschulten Beobachter kann ein Bild schon unakzeptabel sein, das einem Laien noch vollwertig erscheint. Im Laufe der Kompression wird die Bildpunktmenge einer Reihe von mathematischen Transformationen unterworfen, von denen einige verlustfrei, andere aber verlustbehaftet sind. Als Ergebnis erhalten wir eine interne Darstellung der Videoaufnahme, die viel weniger Speicherplatz als die ursprüngliche

Darstellung benötigt, und aus der die ursprünglichen Bilder – abgesehen von den beabsichtigten Verlusten – wiederhergestellt werden können. Die Videos werden in dieser komprimierten Form gespeichert und bei Bedarf über Rechnernetze übertragen. Vor dem Abspielen muss die Bildpunktmenge als für den Menschen wahrnehmbares Bild wiederhergestellt werden." Wenn aber Computer nicht mehr nur mit Menschen, sondern untereinander kommunizieren, bemerken sie diese Differenz sehr genau. Ob in Börsendaten, oder aber in sogenannten intelligenten Waffen; wird ein solcher Rest tödlich

- Mechanik / *mechané*, also wörtlich: "List" der verlustbehafteten Komprimierung basiert auf Erkenntnis, dass der Mensch annähernde Repräsentationen von Bildern weitgehend korrigieren kann. Das macht die einfache aber wichtige philosophische Bemerkung besonders plausibel, dass im Speicher des Computers überhaupt keine Bilder, sondern ausschließlich *Repräsentationen* von Bildern enthalten

- was ausgefiltert wird: Beispiel MPEG, im Prozeß des Komprimierens, um den Datenstrom einer digitalisierten Videosequenz zu reduzieren: Entfernen oder Umstrukturieren von Daten, verlustfrei oder -behaftet. Verlustfrei: etwa Lauflängen-Kodierung, bei der fortlaufende Bildbereiche mit der gleichen Farbe entfernt werden; werden mehrmals hintereinander voprkommende Zeichen nur einmal zusammengefaßt und mit einem Zähler kodiert. "Verlustbehaftete Komprimierungsmethoden versuchen hingegen, jene Bildinformationen zu entfernen, die dem Betrachter subjektiv nicht auffallen. Diese Verfahren erhalten die Originaldaten nicht und es gehen Bildinformationen verloren. […] In der Praxis kommt der zeitlichen Komprimierung große Bedeutung zu" = "Digital Video Guide III: Videoformate und Kompressionstechniken" = www.de.tomshardware.com/video/19990816/video-3-04.html, Abruf Januar 2004

- Kompressionsfehler: sog. "Artefakte" (Bausteine), bes. im Bereich scharfter Kanten und Übergänge; hier scheint im Fehler das Digitale (Treppen statt kontinuierlicher Kurven) auf

Nyquist-Shannon-Interpolation Formel

- "Information is information, not matter or energy. No materialism which does not admit this can survive at the present day" = Norbert Wiener, in: Computing Machines and the Nervous System, in: ders., Cybernetics or control and communication in the animal and the machine, Cambridge, Mass. (M. I. T. Press), 2. Aufl. 1962 [*M. I. T. 1948], 116-132 (132); demgegenüber Poletajew: "Uns erscheint jene Tatsache sehr wichtig, daß eine Nachricht nie anders existiert als in Form eines Signals eines Ereignisses, d. h. in Form eines materiellen Objektes" = I. A. Poletajew, Kybernetik. Kurze Einführung in eine neue Wissenschaft, hg. v. Georg Klaus, Berlin (Dt. Verlag d. Wiss.) 1962, 30; folgt der Hinweis auf den Rest: "Keine Beschreibung eines Ereignisses durch Signale kann vollständig sein" = ebd.

- von analogen Übertragungsmedien her gedacht, ist Darstellung eines kontinuierlihcen Signals in Form eines diskreten die Quantelung eines Signals. Ein Verfahren dafür ist die Quantelung nach der Zeit - ein zeitkritischer Prozeß

- Quantisierung in der Fourier-Transformation: Kodierungsgenauigkeit wird dem Wahrnehmungsmodell des Menschen angepaßt - also ein medienanthropologischer Standpunkt. "Im Falle der Quantelung nach der Zeit werden diejenigen Werte des kontinuierlichen Signals fixiert, die im gegbenen Moment existieren" = Poletajew 1962: 35; der Treppen-Übersprung wird durch statistische Abrund eingeebnet; dennoch wird dabei Signal bei der Quantelung entstellt

- "Wenn ein kontinuierliches Signal mit einer oberen Grenzfrequenz *f*max mit einer Abtastrate von mehr als 2 *f*max abgetastet wird, kann man das Ursprungssignal ohne Informationsverlust aus dem abgetasteten Signal rekonstruieren" = Rainer Malaka / Andreas Butz / Heinrich Hußmann, Medieninformatik. Eine Einführung, München 2009, 63; Möglichkeit der "verlustfreien" Rekonstruktion des ursprünglichen Zeitsignals durch Abtastung gemäß dem Sampling-Theorem eine bloß theoretische / ideale, denn abhängig von der Intensität der Abtastung und der damit weitreichender erfaßten Größte von *f*max steigert sich der notwendige Rechenaufwand exponentiell. Medienpraktisch wird daher die maximal berücksichtigte Frequenz durch den Kanal bestimmt, innerhalb dessen das Ursprungssignal zur Übertragung kommt; daraus resultiert nurmehr eine Annäherung an das ursprüngliche Signal innerhalb als tolerierbar empfundenen Ungenauigkeit; erfolgt etwa vor dem Hintergrund des Frequenzbereichs der menschlichen Sprache (maximal 3500 Hz) die Abtastung in der digitalen ISDN-Telephoniue mit 8 kHZ; damit im Bund stehen aktuelle Datenkomprimierungsverfahren. Hinzu kommt das Rauschen, die zufälligen Einwirkungen und Verzerrungen, denen das Signal bei seiner Entstehung, Üebrtragung oder Speicherung unterworfen ist <ebd.>

- Harry Nyquist 1928: "Certain topics in telegraph transmission theory"; Shannon 1949: "Communication in the presence of noise"

- Nyquist-Frequenz die (kleinste) Sample-Rate, welche die Rekonstruktion des originalen Signals erlaubt, d . h. eiin Signal verlustfrei zu diskretisieren / zu quantisieren; muß doppelt so hoch sein; gilt die Formel: Je höher die Zahl der Abtatstungen pro Zeiteinheit (Abtastfrequenz), desto genauer das Ausgangssignal abbildbar / *mapping*. "Zugleich steigt aber auch das Datenaufkommen" = Fachhochschule Bonn-Rhein-Sieg, URL xxx, womit diese Rechnung zu einer von Rechenkapazitäten wird

- Abtastung die Wandlung der stetigen Signalkurve in eine Treppenfunktion. Abtast-Theorem: bei höchster Signalfrequenz ist mindest eine (mehr als) zweimalige Abtastung pro Schwingung nötig, in kontiniuierlichen Medien; Sinuskurve, ein liegendes "S" durch zwei Punkte; Abb. in: Hugh Davies, A History of Sampling, in: Feedback Papers 40 (Juli

1994), 2-15 (3). "In a complex waveform, with its outline being translated into sampled slices "the highest point would not be sampled correctly, because it occurs between two slices in a manner that a computer could not predict" = ebd.

- the discrete time sequence of a sampled continuous function; http://www.digital-recordings.com/publ/pubneq.html; "Rest" also das, was ausgefiltert wird bei analog/digital-Umwandlung; dann wiederum bei digital/analog-Rück-Umwandlung ("Rekonstruktion" des ursprünglichen Signals); ist nur unter Verlusten möglich in der Übertragung von einem Medium zum anderen, so "daß das empfangene Signal nicht unbedingt dasselbe ist wie jenes, das vom Sender ausgestrahlt wurde" = Claude E. Shannon, Die mathematische Theorie der Kommunikation, in: ders. / W. Weaver, Mathematische Grundalgen der Informationtheorie, München 1976, 77; *aliasing*

- bei zu geringer digitaler, zeitdiskreter Abtastrate des zugrundeliegenden Signals Risiko der Entstehung von buchstäblich virtuellen (weil exklusiv im Rechenprozeß zustandekommenden) Phantomfrequenzen bei der Rücktransformation

- bewahrt analoge Speicherung / Übertragung (etwa Schallplatte) das Reale des Tons, aber um den Preis, gleichzeitig Rauschen mitzuschleppen oder gar mitzugenerieren - "Abfall", Überschuß; Auftritt "signal-to-noise ratio" in der Nachrichtentheorie / Kanal-Kapazitätsberechnung Shannons. Digital wiederum wird ausgefiltert - Rest als Mangel, nicht Überschuß; 441 kHz Abtastrate = 44100 mal/Sek. wird ein Wert ermittelt; doppelte Abtastrate, damit eine Schwingung als solcher faßt wird und nicht verlorengeht in zu weitem Abnstand der Abtastung

- Sinuskurven auf kartesischem Koordinatensystem: alle Zwischenwerte zu jedem Zeitpunkt relevant = "analog", stetig; diskrete Filtertung dagegen digital. 16 Bit-Abtastung: in bestimmten Zeitabständen = getaktet. Lautsprecher aber gibt alles analog aus; Ton = Schallwelle; Lautstärke bestimmt Ausschlag

- mechanische Abtastung durch Stifte (digital / binär, Lochkarte); Klang aus einer Musikwalze im realen physikalischen Raum, übertragen durch rein physikalisches Medium Luft; verstärkt durch das analoge Mikrophon / Lautsprecher; werden die stetigen Schwingugne auch stetig übertragen

- kommt es, sobald solche Klänge digital eingelesen werden, zur Filterung, Rasterung. Was durch dieses Raster fällt, sind etwa Obertöne; kann die Differenz analog / digital im digitalen Medium Computer selbst dargestellt werden: Wunder einer Maschine, die (wie von Alan Turing konzipiert) alle anderen Medien zu simulieren vermag, insofern sie eine univerale diskrete Maschine darstellt

- höchstmöglich standardisierte Samplingrate zur Zeit: 96 kHz/24-Bit Stereo; damit werden in den Decca-Studios (LOndon) alte Aufnahmen einem Rematering ungterzogen: Originalbänder aus dem klimatisierten

Decca-Archiv geholt und auf den entpsrechenden (arhcäologischen) Maschinen abgespielt. Analogbänder werden dann dem Remastering unterzogen, hohes Niveau der Klangtreue; Spleißstellen werden ausgebessert und Nebengeräusche ausgefiltert, dann neue Masterdatei iin CD-Standard von 44,1 kHz/16-Bit Stereo umformatiert = Begleitheft zur Serie "Decca Legends"; Opfer der Schallplatte

- Sampling im Unterschied zum Zitat, das seine Sinnumgebung transportieren soll (Fall des Archivs: seine adminsitrative Umgebung, Kontext), eine Transport- und Verarbeitungstechnik von Material. "Sein methodisches Prinzip ist nichts anderes als der direkte Zugriff aufs Signal" = 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)

- für *Musique concrète* (Pierre Schaeffer im Studio Paris nach WKII - nicht zufällig nach Stuka-Geräuschen) ging es um musikalisches Abfall-Material (wie in Walter Ruttmanns Hör-Stück xxx); Sampling reduziert selbst dies noch, wirklich medienarchäologisch, "auf die isolierte akustische Schwingung oder genauer auf das Datenwort der Messung des Samples" = Großmann 1995: 41

- trennt binärer Rechner überhaupt nicht mehr ontologisch zwischen "Rest" / Rauschen und "Text" / Code; ihm ist alles gleichrangig als Bits verfügbar

- technischer Begriff des Samples tritt zunächst in Shannons Abtast-Theorem auf. "Er bezeichnet dort die diskreten `Scheiben´, die aus dem Kontinuum des analogen Signalflusses herausgeschnitten werden" = Großmann 1995: 43; Begriff des "streaming" verhüllt metaphorisch, daß Signale diskret verarbeitet werden. Abtastrate von 48 kHz bei einer Auflösung von 16 bit linear zu speichern (Audio in Stereo)

- Medienkunstinstallation Jim Campbell, *Church on Fifth Ave* (2001): Fußgänger bewegen sich quer durch den Bildausschnitt, verwandeln sich aus ihrer diskreten Darstellung in eine analoge, kontinuierliche: "A matrix of 32 x 24 (768) pixels made out of red LEDs displaying a pedestrian and auto traffic scene in NY from an off street perspective. There is a sheet of diffusing plexiglass angled in front of the grid. As the pedestrians move from left to right the figures gradually go from a discrete representation to a continuous one (or metaphorically from a digital representation to an analog one)." Movie: http://www.jimcampbell.tv. Jede "analoge", scheinbar kontinuierliche Repräsentation aber ist in der algorithmischen Signal- als Datenverarbeitung unhintergehbar diskret; sichtbar an den Ränder des QuickTime Movies. Das Analoge wird zu einer Nostalgie, einem *re-entry* des Digitalen selbst

Datenverluste in A/D-Umwandlung

- beginnt A/D-Umwandlung schon im Widerstreit zwischen Zählung und Erzählung. Etwa Alphons Bertillons Anthropometrie: Was an zu

vermessenden Körpermerkmalen ("Signalement" = "Beschreibung einer Person zum Zweck der Wiedererkennung", S. XIX) nicht punktmäßig erfaßbar ist, nicht numerisch: "besondere Merkmale"; bedürfen der verbalen Beschreibung = Alphons Bertillon, Das anthropometrische Signalement, 2. Aufl. (autorisierte deutsche Auflage) Bern (Sturzenegger) 1885, lv; Bertillon: Fehler, Mißerfolge im Verfahren sind keine Funktion der Technik (Photographie), sondern des humanen Messens und Dateneintrags

- A/D-Umwandlung bei Eingabe, D/A-Umwandlung bei Ausgabe: Synchronisierungsschwierigkeiten; hörbare Verzerrungen des "Rests"; werden beide Schnittstellen zur (Außen-)Welt untereinander rückgekoppelt, entsteht eine "kybernetische Maschine" = Wörterbuch der Kybernetik Bd. 1, hg. v. Georg Klaus, FFm (Fischer) 1969 (in Lizenz: Berlin, Dietz, 2. Aufl.), 329

- Betrug der Wahrnehmung durch Zeitoperationen; Kino mit 16 Bildern / Sek.

- zeitdiskrete Abtastung und wertdiskrete Quantisierung; "Digitalisierung" analoger Signale um welchen Preis? Dem Nyquist/Shannon-Theorem zufolge ist ein Signal signalgetreu, also verlustfrei durch doppelte Abtastrate der höchsten im Signal enthaltenen Frequenz rekonstruierbar. Was aber ist der Maßstab: die menschliche Wahrnehmung, die sich medientechnisch leicht betrügen läßt, oder die objektive (quanten-)physikalische Welt?

- A/D-Umwandlung: zeitdiskrete Abtastung und wertdiskrete Quantisierung; um welchen Preis "Digitalisierung" analoger Signale? Nyquist / Shannon-Theorem zufolge ein Signal signalgetreu, also verlustfrei durch doppelte Abtastrate der höchsten im Signal enthaltenen Frequenz rekonstruierbar. Was aber ist der Maßstab: die menschliche Wahrnehmung, die sich medientechnisch leicht betrügen läßt, oder die objektive (quanten-)physikalische Welt? "Bewegung archivieren"; Aufzeichnungsmedium schreibt am Verlauf einer Wieder-Holung mit, oder bringt diese überhaupt erst hervor

- Digitalisierung der Aufzeichungen: Transformation oder Entsprechung i. S. des Sampling-Theorems?

- computerbasierte Simulationen realer physikalischer Vorgänge, 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 transorming 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); *zeit*bezogener "Rest" als Funktion zeitkritischer Medienprozesse

Archivischer Rest, technisches Rauschen

- mit Resten rechnen; am Beispiel der Williams Tube tatsächlich: Eingesetzt in Mark I-Rechner, Manchester University, durch Max Newman / F. C. Williams, Juni 1948, mit "stored program capability". Williams Tube "uses the residual charges left on the screen of a CRT after the electron beam has been fired at it. (The bits are read by firing another beam through them and reading the voltage at an electrode beyond the screen" = Mark Brader, A Chronology of Digital Computing Machines (to 1952), in: Computer History = http://www.freeflight.com/fms/comp; Rest als Verzögerung hier Speichermedium in der Zeit

- gehen alte Archive bei ihrer Übertragung in den digitalen Raum nicht restlos in Virtualität auf. Als physikalischer Übertragungswiderstand meldet sich die Welt des Analogen, der Physik, also: des Restes, zu Wort. "Mitsprache" der Materialität von Speicherung, Übertragung und Intelligenz; der "materiale Widerstand selbst als *Zeit*faktor"; "[a]m Rauschen der Medien erwächst der Wahrheit ihre Historizität" = Michael Wetzel, Von der Einbildungskraft zur Nachrichtentechnik. Vorüberlegungen zu einer Archäologie der Medien, in: Mediendämmerung. Zur Archäoplogie der Medien, hg. v. Peter Klier / Jean-Luc Evard, Berlin (Tiamat) 1989, 16-39 (30)

Sampling

- A/D-Wandlung: "Wenn eine analoge Größe wie die Spannung in eine digitale Größe, also eine ganze Zahl umgesetzt wird, muss der Wandler jedes mal eine Entscheidung treffen, ob es schon die nächst höhere Stufe ist, oder nicht. An den Übergängen zwischen zwei Stufen führen dann unvermeidliche Ungenaugkeiten dazu, dass man die höhere und mal die kleinere Zahl geliefert wird" = Kosmos Experimentierkasten *Microcontroller*, Anleitung (Handbuch) Burkhard Kainka, Stuttgart (Franckh-Kosmos), 34 f.

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

- *DES* (Descriptive Experience Sampling) als strukturierte Tagebuchtechnik ("momentary assessment"); Probanden tragen eine Art Uhr, die zehnmal pro Tag nach Zufallsverteilung ertönt; füllen Probanden ihr Tagebuch (bzw. Fragebögen) ausfüllen, in denen "psychologische Konstrukte so operationalisiert sind, dass man sie daraus das tägliche Leben des Individuums sampeln kann" = Hurlburt 2006; das Leben "sampeln"

- Vorwort der von Robert Steiger zusammengestellten *dokumentarische 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; Leben vollzieht sich also weniger in organischen Zusammenhängen denn in diskreten Zyklen, die iterativ weitergezählt werden wiein einer programmierten Schleife. „Diese Optik der Momentaufnahmen erlaubt das Erfassen der feinsten und verborgensten Entwicklungmomente“ = Steiger 1982: 5; lassen sich 24 Stunden pro Tag Totalaufzeichnung im Medium Schrift noch leisten; erst in kleinste Bewegungsheiten zerlegt wird überhaupt das *Individuum*; artikuliert 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

- Gegenstand der Wavelet-Analysen - wie schon Fourier-Analysen - jene Abläufe in Natur und Technik, die periodische Muster aufweisen. "Wavelets dagegen, die im Unterschied zu den Winkelfunktionen der Fourier-Analyse zeitlich lokalisiert sind, gestatten eine gleichzeitige Aussage über den Zeit- und den Frequenzverlauf" = Buchumschlagtext zu Hubbard 1997, unterlaufen exklusive Alternative der gegenseitigen Kehrwerte von Zeit und Frequenz

- akustische Unschärferelation: "Eine Schallwelle einer einfachen Frequenz (oder Wellenlänge) korrespondiert zu einem reinen Ton, ähnlich zum Zustand eines Teilchens mit genau bekanntem Impuls. Um die Tonhöhe exakt zu bestimmen, muss man ihn eine gewisse Zeit hören, was vielen Schwingungen entspricht"; Gabors Kritik an Fourier: Ein- und Ausschwingen des Tones buchstäblich mit einkalkulieren in die Analyse. "Daraus folgt, dass ein reiner Ton nicht sehr gut 'zeitlich lokalisiert' ist. Wenn ich im Gegensatz dazu in die Händeklatsche, ist das Geräusch sehr kurz <sc. ein Impuls> und daher gut zeitlich lokalisiert, aber wenn ich wissen möchte, welcher Ton dazu gehört, so wäre es korrekt zu sagen, dass alle Frequenzen oder Töne in dem Geräusch vorhanden sind. Offensichtlich kann man nicht beides haben" = Sander Bais, Die Gleichungen der Physik. Meilensteine des Wissens, Basel / Boston / Berlin (Birkenhäuser) 2005, 75

- "Die Übertragung eines Signals kann also völlig verzerrungsfrei erfolgen, wenn die Verteilerfrequen doppelt so hoch ist wie die höchste Signalfretquenz" = H. Raabe, Untersuchungen an der wechselzeitigen <sic> Mehrfachübertragung (Multiplexübertragung), in: Elektrische Nachrichtentechnik Bd. 16, Heft 8 (1939), 213-228 (218)

- bauen sich im Computer bestimmte Sinus-Darstellungen im / als Rechenprozeß auf; aus intendierter Darstellung eines Vorgangs wird damit ein Vorgang selbst - weil alles im selben "rechnenden Raum" (Zuse) stattfindet, der Computer also zeitkdiskrete Prozesse nicht mehr nur veranschaulicht und repräsentiert, sondern im Moment der Darstellung selbst es vollzieht

- wird im digitalen Sampling gerade der Zeit(kritische)Aspekt eliminiert wird; tritt Quantisierungsrauschen nicht durch die zeitliche Quantisierung auf sondern durch diejenige im Wertebereich, d. h. zum einem beliebigen zeitpunkt t wird ein analoges Signal abgetastet mit Wert f(t), wobei f(t) eine reelle Zahl ist; dieser Wert wird nun quantisiert, wofür je nach verwendeter bit-Tiefe lediglich N (etwa N = 8, N = 12, N = 16, ...) als endlich viele diskrete Werte zur Verfügung stehen; "Rauschen" eines Samples damit genau der Abstand der Diskretisierung; wird in der Quantisierungsstufe der nächstgelegene ganzzahlige Wert angenommen (operativer Pythagoreismus); gemessen über das ganze Signal das Rauschen als Signal-Rausch-Abstand (SNR) bestimmt: Quotient aus Signalleistung und Rauschleistung

Äquidistante, zeitdiskrete Abtastung als solche

- zunächst als Chronotechnik eine Funktion der getakteten Räderuhr. Nächste Stufe: die "Zeytung", also Avisen / Nachrichten im wöchentlichen Rhythmus (Leipzig). Berichterstattungs- und 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 (nahzu) unverzügliche Verrechnung einströmender Daten, eine Börse im Fließgleichgewicht mit dre 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_o, so läßt sich der Originalverlauf aus Abtastwerten wiedergewinnen, die in Zeitabständen kleiner als die halbe Periode $T_o = 1/f_o$ sind; anders verhält es sich mit der Diskretisierung der Amplitude: Hier tritt ein *prinzipbedingter Informationsverlust* auf = Richter 1988: 39 f.

- *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, "Zeitbereich"

- Symmetrieeigenschaften der Fourier-Transformation erlauben Abtastung im Sektralbereich; hier gilt das Abtasttheroem 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

- 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 kontinierlichen Übergangs (analog) als Funktion des Digitalen. Sampling / zeitdiskrete Moment. Sampling-Theorem: doppelte Abtastrate, in Hinblick auf die höchste im Ursprungssignal vorkommende Fequenz (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

- 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**

- luden frühe Software-Sampler 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; Referenzierbarkeit von Sound, vertraut vom "Incipit" der Hornbostel-Kennzeichnung auf den Verpackungsdeckeln der musikethnographischen Wachszylinder, wird hier mikrotechnisch

- 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 Artikultation

- 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, in: 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; 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 grundverschieden anderen Wesen als dasgleiche 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" (Heinz von Foerster)

- 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

- bandbegrenztes Signal wird demnach tatsächlich physikalisch detailgetreu reproduziert, also ein Signal von 20 kHz durch Abtastrate von 40 kHz. Umstritten bleibt die Impulshaftigkeit der Schälle, 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 Telgraph 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 korrespodierenden 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 MuseumMünchen) 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" = 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)

- 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 eine 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.Kulturmanegement.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-Setlur-Song *Nur mir* entnommen. Rapper Bushido meinte, Passagen von durchschnittlich zehn Sekunden Länge aus Songs der französischen Gothic-Band Dark Sanctuary verwenden zu können: nicht erlaubt, so das OLG Hamburg im Oktober 2012

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

Sampling

- wird im Sampling als nachrichtentechnischem (nicht kunstpraktischen)

Verfahren von *computing* 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" = Friedrich Kittler, Fiktion und Simulation, xxx, 74, 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 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 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 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; werden Zeitereignisse hier zu -punkten / Momenten

- diese konkrete Form der Digitalisierung entstanden 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 physkalischer 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_o, so läßt sich der Originalverlauf aus Abtastwerten wiedergewinnen, die in Zeitabständen kleiner als die halbe Periode $T_o = 1/f_o$ 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) 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)

- "sonderbarer Unterschied aber besteht darin, daß die Elektronen immer nur auf ganz bestimmten, diskret voneinander verschienene Bahnen kreisen können, während bei den Planeten keine einzelne Bahn vor einer anderen von vornherein bevorzugt wird" = Max Planck, Das Weltbild der neuen Physik [*1929], 11. unveränd. Aufl. Leipzig (Barth) 1952, 21

- "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" = http://de.wikipedia.org/wiki/Digitale_Signalverarbeitung; Bearbeitungsstand: 7. November 2009; handelt es 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 eigentlichlich 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 *darstellen*" = Michael Harenberg, Virtuelle Instrumente zwischen Simulatin und (De)Konstruktion, in: Soundcultures. Über elektronische und digitale Musik, hg. v. Marcus S. Kleiner / Achim Szepanski, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 2003, 69-93 (78)

- Quantisierungsrauschen 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)

Sampling und Quantisieren

- Quantisierungsrauschen entsteht beim Übergang / Bruch zwischen dem Reellen und den *computable numbers*; benennt Störungen bei der digitalen Umsetzung analoger Signale, wenn etwa eine Welle mit endlicher Auflösung in ein digitales Signal umgewandelt wird.

- 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 unterstellen (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 Anloggrößen vorwiegend durch periodisce Impulse abgetastet. Die Probenwerte werden mit einem Analog-Digital-Wandler 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?

- 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" = 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)

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 diskontiuierliche bezeichnet; fehlt die Quantisierung, als kontinuielrich. Ist der Informationsparamter 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 analoger Signale nur scheinbar zu deren identischen Reproduktionen führen" = Martin Donner HA 2006, Anm. 103

ANALOGRECHNER

- mathematische Instrumente nicht notwendig numerisch; im Deutschen Museum (München) eine Auswahl von Zirkeln und Winkelmessern, zu denen auch Sonnenuhren und Astrolabien zählen; "verdeutlicht das analoge 'Rechnen' mit Längen und Winkeln ohne die Verwendung von

Zahlen. Mehrere Demonstrationen erläutern den Zusammenhang zwischen mechanischen Getrieben und geometrischen Kurven. [...]. Proportionalzirkel stellen den historischen Vorläufer der logarithmischen und speziellen Rechenschieber des 19. und 20. Jahrhunderts dar" = http://www.deutsches-museum.de/ausstell/dauer/inform/infor1.htm, Zugriff 7-6-06 - ungleich dem Kalkül symbolischer Maschinen

Analogcomputer als Alternativen zum Digitalcomputer

- Doppelfunktion des von Helmut Hölzer entwickelten elektronischen Analogrechners in Peenemünde: einmal als Steuerung ("Mischgerät"), in die Rakete eingebaut, und zum Anderen auf dem Boden zur Simulation des Raketenflugs

- Begriff der "Simulation" zeitkritisch, im Kontext des Analogcomputers

- wird Hybridcomputer wieder interessant, der die einstigen Stärken des Analogcomputers (unverzügliche Ausgabe der technomathematisch implementierten Werte) mit denen des Digitalcomputers (prinzipiell beliebige Genauigkeit durch numerische Wertereihen) kombiniert, etwa bei der Simulation eines hydrodynamischen Systems mit Hilfe des symbolischen Werkzeugs von Lorenz-Attraktoren; technomathematische Existenzweisen von Differential- und Integralrechnung; zeilenbasierte elektronische Bilder (Video, Fernseher) praktizieren es: Fernseher als Differentialrechner in der Lesart von Wiener 1948

- Berechnung des Analogen im Digitalen: Konrad Zuse, "Differentialgleichungen unter dem Gesichtspunkt der Automatentheorie", in: ders., Rechnender Raum, Braunschweig (Vieweg) 1969, 9 ff.

- Differential- und Integralrechnung der Königsweg zum Begreifen (und *poiesis*) 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" = Arthur March, Das neue Denken der modernen Physik, Hamburg (Rowohlt) 1957, 132

- Engine-Entwicklung von Computerspielen; meint "Physik" in Computerspielen die Simulation realer Newtonscher Welt: "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, zum Vortrag Jim Van Verth im Rahmen der Game Developers Conference 2006 in San Jose, in: Game Face, Juni 2006, 58-61 (58)

- entwickelt Leibniz Differential- und Integralkalkül als *eine algebraische Technologie*; Grenzen der diskreten Berechenbarkeit stetiger Prozesse

(Turing 1936/37); Medienwerden der Differentialrechnung; Schaltkreis-Abteilung in den Hollerith-Werken Berlin ca. 1934

- "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" = 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; maschinengewordene numerische Methode, einer als kontinuierlich unterstellten Natur mit Mitteln der mathematischen Analysis in diskreten Schritten approximativ beizukommen; Kalkül wortwörtlich Kombinatorik von Rechensteinen

- entwickelt Nikolay P. Brusentsov in Sowjetunion den Computer SETUN für dreiwertige Logik = B. Malinovsky, in: Georg Trogemann / Alexander Nitussov / W. E. (Hg.), Computing in Russia, Braunschweig (Vieweg) 2001; Hunger 2008

Der *Differential Analyzer* (Vannevar Bush)

- 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; 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" = p. 2

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*

- Emergenzen des Analog*computing* aus der Notwendigkeit zur Kalkulation von Echtzeitereignissen; Fallbeispiel Kommandogerät 40, die Recheneinheit der 12,5 cm Flak in WKII; fo(e)rdert die Kriegsbedingung (und ähnliche entscheidungskritische Lagen) als *serious game* ein bestimmtes technologisches Wissen heraus (als *Gestell*); entbirgt Seins- und Vollzugsweisen des Techno*lógos* als Artikulation; schärft der Einsatz "auf Leben und Tod" die technologische Eskalation der *(non-)linear prediction* zum automatisierten kybernetischen System, das den Menschen (und die "Maiden") nur noch zur Mitausführung inkludiert; "ein Flak-Kommandogerät [...], das möglichst alle erforderlichen Rechenvorgänge selbsttätig ausführen konnte, um vom Menschen verursachte Fehlerquellen auszuschließen" = Werner Müller, Die Geschütze, Ortungs- und Feuerleitgeräte der schweren Flak, Friedberg (Podzun - Pallas) 1988, 170; Kdo-Ger. 40 versehen mit Differential, Reibradgetriebe: Kelvins Gezeiten(analog)rechner; vermag durch Ableitung / harmonische Analyse (?) auch Kursänderungen des gegenerischen Flugzeugs (vor)auszu(be)rechnen; ferner "Verzugsrechner" in Ringtrichter-Richtungshörer; operiert mit akustischen (Stereo-)Laufzeiten mit Hilfe je zweiter Schalltrichter; Inversion der "War Time Recordings" von Beethovens 5. Klaviersonate im Haus des Rundfunks, Berlin, 1944

- unterscheidet George R. Stibitz im 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 Analog- vom Digitalcomputer: "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 mechanicsm 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)

Homomorphien, Isomorphien: 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, wennihre Strukturen analog sind, d. h., daß sich die Teile des Gebildes A den Teilen des Gebildes B vermittels einer eindeutigen Abbildung, die dann Homomrphismus 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 Empiriokritizismus*: "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 constrast, 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 phyikalischenm, insbesondere elektrischen bzw. elektronischen Vorgang finden, der durch dieselben Gleichungen beherrscht wird wie die im Prblem geforderten" = Helmut Winkler, Elektronische Analogieanlagen, Berlin (Akademie-Verlag) 1961, 2

- Analogrechner *keine* symbolverarbeitenden Maschinen (jedenfalls nicht im medienimmantenten 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.)" = Klaus Schlenzig, Textbuch zum KOSMOS-Baukasten *electronic profi*, Stuttgart (Franck-Kosmos) 2007, 45 (Versuch 62 "Dynamisches Flipflop"); verhält sich auch eine Flipflop-Schaltung in ihren Zuständen dynamisch, 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> erfodert, 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 zusammenzusetzen“ = ebd.

- "Der gerätemäßigen 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 Simulierung 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" = 425 f.; 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" = 431; die vorgegebenen Problemveränderlichen werden dabei in proportionale Maschinenverändliche 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 vn Kondensator und Eingangswiderstand zu einem Differentiator zu kommen" = 435

- optisches Interface des Analogrechners keine intransitive Umsetzung der symblischen 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" = 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)

- "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)

- 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 Elektricitäts-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" = 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" = 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

- Ansatz von Adrian Thompson 1996, der mit genetischen Algorithmen FPGs als Analogcomputer dienstbar gemacht hat

- dynamische physikalische Prozesse *als* 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" = H. Barkhausen, Einführung in die Schwingungslehre nebst Anwendungen auf mechanische und elektrischec Schwingungen, 6. Aufl. Leipzig (Hirzel) 1958, Vorwort zur 2. Auflage (1940)

- Endim 2000 Elektro-Analogrechner (VEB Rechentechnik Glashütte, 1963-75); xy-Schreiber: Registriergerät zur Aufzeichnung des funktionellen Zusammenhangs zweier belieberiger 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

- Rechenvorgang 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 Differentialgelichungen, primär mit Ableitungen nach der Zeit operierend) so optimal geschaffen war. Die Meisterung 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*-Austellung 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 Verschiebunge und Drehungen, konkret ausgebildet durch Stangen und Schieber einerseits, durch Räder und Scheiben andererseits" = Friedrich L. Bauer, Kurze Geschichte der Informatik, München (Fink) 2. verb. Aufl. 2009, 57; 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 1986), dem die Ablesegeräte immer hinterherhinken. Das Reelle ist dem Analogcomputer also eher anhörbar denn ablesbar

- gerade diese Ungenauigkeit des Analogrechnens eine Tugend: 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 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" = 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 (372 f.)

- 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 the econometricians who introduced both lags and differential terms into their model equations" = 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 Luftdatentechner im Starfighter T 106 setzt einkommende Daten <besser: analoge Signale> auf elektromechanischem Weg in Steuersignal für den Autoplotund 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 Graviation und der Aerodynamik) negentropisch fliegt, unwahrschienlich im Sinne des nachrichtentechnischen Informationsbegriffs (Shannon / Luhmann).

- behandelnDifferentialgleichungssysteme 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.

- Elektronik (Elektrotechnik) eine Modellierung der Welt (gleich Analogcomputer); Barkhausen, Schwingungslehre; betont 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" = http://ed-thelen.org/comp-hist/1981Catalog.html, Zugriff 20. November 2008

- anhand von Erfahrung mit Babbages *Difference Engine*: "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 linkagesnot present in the mathematics" = 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" = Stefan Hagel, Modulation in altgriechischer Musik: antike Melodien im Licht antiker Musiktheorie. Frankfurt am Main; New York (Lang) 2000, 17 - ein Begriff des Analog*rechnens*. "Das Ziel der griechischen Mathematik ist also weniger das Ausrechnen, als, mit Kant zu sprechen, das Erforschen der Bedingungen der Möglichkeit des Ausrechnens" = Johannes Lohmann, Musiké und Logos, Musikwissenschafliche Verlags-Gesellschaft, 1970, 11

- 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; resultieren akustische Meßmedien als sonische Analogcomputer bzw. mathematisierte Musik als Modellierung dynamischer Weltprozesse; Monochord unter Varianten des vor-elektronischen Analogcomputers zählen

- begegnet das antike Monochord in Katalog zu einer Telephonausstellung 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

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

- 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

- 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" = http://ed-thelen.org/comp-hist/1981Catalog.html, Zugriff 20. November 2008

- 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

- arbeitet Analogrechner mit kontinuierlichen und Digitalrechner mit diskreten Variablen; 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 ananlogen 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

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 näherungsweisen 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

- Simulation einer Automobilfederung auf einem elektronischen Analogrechner

Analogcomputer und Quantenmechanik

- Wiedereinkehr des Analogcomputings im Quantencomputer = http://www.heise.de/tr/artikel/Quantencomputer-Analog-statt-digital-3236300.htm; ein Fall von operativen Wissensverhältnissen, welche die klassische Technikgeschichtschreibung 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; hat der Einsatz von Analogrechnern seine Grenze an quantenphysikalischen Phänomenen, die *per definitionem* der Unschärferelation unterliegen, da gerade der Meßakt schon eingreift

- 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" = 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

- 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

- "beharrt […] Google darauf, mittels neuer Quantenrechner endlich aus der Turinggalaxis auszubrechen – eine Behauptung, die einer medienwissenschaftlichen Analyse harrt." = Thomas Nyckel, elektronische Kommunikation vom 10. April 2020

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)

- 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 zugüngliche 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)

- 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 Whirlwird analogrechnend 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 Metereologen 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 achied in any physical realization" Ned J. Corron, A Simple Circuit Implementation of a Chatic 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 abgetaseteten 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

- werden Summen 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 *multiplicateuer* (eine Vorform des Galvanometers). Ein Galvanomoeter 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" =http://en.wikipedia.org/wiki/Analog_computer; Zugriff Mai 2007

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"

Demonstrations-Analogrechner der Technischen Sammlung Dresden

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

- 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; Schwingungslehre von Barkhausen (in der 6. Aufl. 1958). Daß sich die Welt der Schwingungen im Mechanischen wie im Elektrotechniken fast gleichursprünglich abbilden und analysieren läßt, gehört zu den epistemologischen 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 mathematischen Sinne ist: Analogcomputer sind; gerade als physikalische Gebilde unscharf, also fehlerbehaftet, indem sie selber am unaufh?lichen Rauschen des Realen

teilhaben; gerade im immer drohenden Zusammenfall von Signal und Rauschen emaniert das Reale = Kittler ebd., unter Bezug auf: John von Neumann 1967, 144 f.; ist es dieser Zusammenfall von Signal und Rauschen, "der unser technisches Konzept vom Realen radikal vom Kosmos der Philosophen unterscheidet, 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 Fächen 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 Verz?erung ins Spiel, die im Unterschied zur analogtechnisch bedingten stetigen Laufzeit radikal anderer, n?lich 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", hei?t es in der Analyse einer rechnerbasierten Methode raketengest?zter Luftabwehr - also in einem Kontext, wo geringe Verzerrungen in der Vorausbestimmung bereits t?lich sein k?nen, falls das Rechenergebnis dem Zielereignis hinterherl?ft (ein kritisches Oszillieren zwischen Pro- und Retention). Die numerische Integration der zu bestimmenden Flugdaten und das Sampling von Me?daten 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 m?htigen, 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; 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 ?ve bits, which represented the next required position for an actuator, thus each joint had 32 (2 5) 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.)" = Beitrag xxx, in: White Heat Cold Logic: British Computer Art 1960 - 1980, hg. v. Paul Brown, Charlie Gere, Nicholas Lambert, und Catherine Mason, MIT Press xxx. "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" = ebd.

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 Zusammenhängen (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 bennennt 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 beschrieben, 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 Erkennntnis, grundsätzlich

- Leybold-Heraeus Analogrechner 57601 (Lehrcomputertafel, 220 V); Leybold-Heraeus-Handbuch: http://fafner.dyndns.org/~analogmuseum/library/der_analogrechner.pdf

- was in Ausbildung und Lehre elektronische Analogrechner gegenüber speicherprogrammierten Digitalrechnern
überlegen macht; Zitat von Walther: "Hervorhebenswert ist die Anschaulichkeit, mit welcher das implizite Gegebensein einer Funktion durch eine Di?erentialgleichung, der Ein?uss von Parametern und die Zusammenh¨nge 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 phyikalischenm, insbesondere elektrischen bzw. elektronischen Vorgang finden, der durch dieselben Gleichungen beherrscht wird wie die im Prblem geforderten.

- Analogrechner keine symbolverarbeitenden Maschinen (nicht im medienimmantenten 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 Nodellm?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: Цelcher 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> erfodert, 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 zusammenzusetzen“ <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 Simulierung der Originalzeitmaßstab zugrunde gelegt wird oder durch eine Zeittransformation eine Zeitraffung oder Zeitdehnung erfolgt <ebd.>.

- F(x); werden als Rechengrößen "für die abhängigen Veränderlichen die Spannungen, / für die unabhängige Veränderliche die Zeit verwendet" = 425 f.; zentrales Rechenelement dabei der „Rechenverstärker“ (vielfach ein Gleichspannungsverstärker, in dessen Rückkopplungszweig Widerstände oder Kondensatoren eingeschaltet werden)

- gilt im Analogcomputer analog zur Maschinensprache für Digitalrechner „die sog. Maschinengleichung, die im Analogrechner gelöst wird" = 431; die vorgegebenen Problemveränderlichen dabei in proportionale Maschinenverändliche 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 m?lich ist, durch Auswechseln vn Kondensator und Eingangswiderstand zu einem Differentiator zu kommen" <435>

- transitive Mathematik: im Digitalcomputer elektroüphysikalisch einkodierte Zahlen. "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 hierfuer 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 und der Analog- respektive Hybridcomputer

- elektrische Modellierung eines primitiven lernfähigen Bio-Systems; Perzeptron; 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: Gedächtnisfunktion, mit der einzellige Organismen in ihrer Lernfähigkeit gegenüber der Umwelt modelliert werden können; ein analoges Gegenstück zum digitalen FlipFlop dar = 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

- entsprang die elektronische Simulation welthaftiger physikalischer Vorgänge dem Reich des Analogcomputers (genannter "Process Simulator" im Medienarchäologischen Fundus); später im Digitalcomputer durch entsprechende Programmierumgebungen

- faßt von Neumann 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; Hybridrechner eine Hochzeit von "analog" und "digital"; Resultate in einen Speicher, etwa auf Magnetband, von da ab digital auslesbar / rechenbar

Was ist am sogenannten Digitalcomputer überhaupt „digital“?

- numerische Lesart von Pulszügen eine geradezu platonische Idealisierung unreiner Signalecken. Alles daran ist (elektro-)physikalisch, also der Welt des Analogen 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

- 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; Exemplare dieser Gattung im Signallabor wiederbeleben; Einblick in das Wesen von Elektromathematik

- 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 des Analogrechnens das Modellieren: "Eine Analogie liegt vor, wenn sich zwei verschiedene physikalische Systeme durch die gleichen mathematischen Gesetze beschreiben lassen" = Frank 1964: 174; 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, beschreibt A. Kley den "Analogrechner", in: Helmar Frank (Hg.), Kybernetische Maschinen, 1964, 174-182 (177)

- 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 Differntialgleichung 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; 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

Rechnen, Hören und Sehen mit klassischer Elektronik: Analogcomputer und Synthesizer in gegenstrebiger 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: Unverzüglichkeit 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 erkenntniseröffnende Weise umnutzen und damit Musik darbieten (Kulk); Manfred Miersch (Subharchord); http://www.subharchord.de

- 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. "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" = Walter R. Fuchs, Knaurs Buch der Denkmaschinen. Informationstheorie und Kybernetik, München / Zürich (Droemer Knaur) 1968, 284

- 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

- *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 Bildschirmaufnahmenden 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 Oszillosopien; Klangimprovisationen, verkleided 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 Ifl; 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 Differentialgelichungen, 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 Gesamtablauf sind. Lange Zeit war der Analogcomputer, weil er mit der Geschwindigkeit von Elektrizität „rechnete“, 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 Aktivitätssummation 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 menschiche 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 Delta-t 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 Darstellunge 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 Chronoppoet, 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-Wissenschafter 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 Simulation als "Wissenstechnik" (Viktoria Tkaczyk); damit einhergehend 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

Analogcomputing: 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 reellen 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 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. Zusammengestzt aus Integratoren, Inverter, Potentiometer. Alle Ausgänge anzapfbar; Schwinkreis

- 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

- Kompositon *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 Rechengerät, 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

- "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, 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 wird" = "Ganz offensichtlich wird die Information im Rechner in struktureller Weise gespeichert": Heinz von Foerster, Gedächtnis ohne Aufzeichnung [Vortrag 1963], in: ders., Sicht 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

- "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 entsprechen =Gerald J. Whitrow, Die Erfindung der Zeit, Hamburg (Junius) 1991, 158; 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 naturgegebene 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 unwiederholabren 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 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 distanzierten Zeiten unterlaufen wird und ein ganz anderer Funke überspringt; Bachofen im 19. Jahrhundert: *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, prädeterminiert

- verkörpert Modellierbarkeit als solche einen gleichursprünglichen, nicht historisch distanzierten Nach- als Mitvollzug. "The Antikythera Mechanism has fundamental resonances for later scientific instruments" = Freeth 2008: 28 - im Sinne einer Vorschleifspur, einer *Prä*sonanz

- "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 schreib, 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 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 harrt; 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 Caldendar and Plympiad 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 fehldende 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 Foersters 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 snicht 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 atronomischer Verhältnisse galt und 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 garing 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 Apparatewelt* (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 Anachräologie 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 Machnismus 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 breitester 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: Newtonsche Zeit im Unterschied zu der in Norbert Wieners *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 euklischer 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 Vvon 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 eines 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? 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 ebd. 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 mathemtische Logik den Techniken unvordenklich setzen, sind dieselben diskursiv konstruierbar. Der historische Index erlärt 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 Vorausetzungen dessen, was als Denkbares 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" = Joseph Needham, Wissenschaft und Zivilisation in China, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 1984, 80; 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 medienepitemologisches Monument. "The machine is an aberration; is 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. 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-transzendentales 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 Sternenzeit 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 Krausse, 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 bezeichnet = Gilles Deleuze Das Bewegungs-Bild. Kino 1, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 2. Aufl. 1990, 52 - 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

DIGITAL-*COMPUTING*

Er/zählen und Techno-Mathematik

- 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 wiedereinkehrt, 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; subjektives, „inneres“ Zeitbewußtsein (Husserl) durch radikale technische Entäußerung provoziert; 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 neue Zustand sich nur aus dem vorhergehenden ableiten <Huber 2002> - womit visuelle Information in Form von Markov-Ketten, also einem Spezialfall der Wahrscheinlichkeits*rechnung* 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 - Symbolisierung) 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" = 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); schreiben gleich rechnen in Uruk; medienarchäologischer Kurzschluß, daß erst der Computer die Entzifferung der abertausende von Keilschrifttafeln erlaubte, durch Berechnung; ist das für die Kommunikation im Internet wiedergeborene Zeichen "commercial @" solch ein medienarchäologisches Relikt auf der Tastatur, ein ehemals mathematisches Zeichen für Kalkulationen, das in den 80er Jahren, der Geburt des Internet, nicht mehr brauchbar; Verwendung der Schreibmaschine für *billing* und Rechenoperationen = Scholz 1923: 106 f.

- 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)

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 möglicht macht. Womit wir sehen, daß die Mechanisierung von Mathematik nicht nur eine Frage des 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 ot 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" = Howard Aiken, 1956, „The Future of Automatic Computing Machinery“, in: Elektronische Rechenanalgen und Informationsverarbeitung (Darmstadt), 33

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 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 ab = William Gibson / Bruce Sterling, The Difference Engine, London (Gollancz) 1990; dt.: Die Differenzmaschine, München 1992

- 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 Ausdrucke im Speichermedium Buch tritt die aktuale 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 Ausgabeeinheiten (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 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 Wechelstrom 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 rechnete - auf der Basis des sogenannten "Parametrons", sehr *sonisch*. Hier wird nicht ein Digitalcomputer nachträglich sonifiziert (Carlé, Miyazaki), sondern er rechnet genuin sonisch.

- "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?" = Jan-Peter E.R. Sonntag, 14. März 2013

- wo 44.000 Pbnkte mal z.B. 16bit Tiefe / Abstufung eine Kurve repräsentieren kann es wieder Schall werden, dessen Stufen nicht hörbar sind, menschicher Hör-Trägheit geschuldet; elektrotechnisch 1 und 0 hörbar als Moment der 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 Jahrzenten in Japan entwickelt: ein Digitalcomputer, der mit Hochfrequenzen in Phasenverschiebung rechnet; Entwurf Gojo; Schwingkreis als binärer Computer, 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" = Eiiti 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)

- 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 colum wires in form of the sinusoidal wave of frequency *f*, where the pahse 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 / Analogsynthesizer "emulieren"?

- 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 Recheneinheitet der Maschine mittels Zweiphasenwechslestrom; 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 Unteschied zur dialektischen Logik als Negation und Aufhebung in finaler Synthese, führte vielmehr die Koinzidenz von Boolscher 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 /

*Kinemato*graphie) 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 "uniselector"; 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; elektrostatistische 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 Datenträgern 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

- 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 sichtba": 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 Datassette; aktuelle Cassette heißt etwa "F-16 Combat Pilot"; ansonsten lädt Rechner, um wieder in die "READY"-Schleife zurückzuführen; von Diskrette 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 fundmennntale 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 ergebeneden 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" = Norbert Wiener, Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung im Lebewesen und in der Maschine [AO 1948],

Düsseldorf / Wien (Econ) 1963, 42 f.; Analogie läßt sich in einem medienepistemischen Artefakt erden: 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 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) die Mathematisierung der Schaltungsverdichtung, wie schon Umschlag bei Shannon: "Algebra" von Schaltungen

- Verdichtung physikalischer Leitungen stellt graphentheoretische Probleme, die formalisiert werden können

- 10 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

- Kolomogorov-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 - zureichend 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 appartiven (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" = F. Djindjian, "Introduction", in: ders. / H. Ducasse (Hrsg.), *Data Processing and Mathematics Applied to Archaeology* (= Pact 16/1987, Council of Europe), 11

Musealisierung und / oder Retro-Computing

- das "Retro" im Begriff des Retro-Computing; wissen Bastler es durch das, was sie tun; in medienwissenschaftlicher Reflexion Retro mehr als Nostalgie nach den Kindertagen des Homecomputing heutiger Hacker und Hardware-Archäologen; auf den ersten Blick einleuchtendes Präfix "Retro-" im Falle des Digitalcomputers wirft andere Fragen auf als klassische

Technikgeschichte mit ihren Nostalgiewellen; können frühere Systeme auf heutigen Computern emuliert und / oder simuliert werden, zwingend Originalplattform den Vorzug geben? meint "Retro" nicht den scheuen Respekt vor dem Orignal; werden im "Remix" gerade alte Rechner zu hybriden Nutzungen der heutigen Computerwelt aufgerüstet , retro-aktive Medienarchäologie; auch museumskonservatorisch beste Form der Bewahrung antiker technischer Artefakte (im Unterschied zu klassischen Kunstwerken) Wiederinvollzugsetzung. "Retro-" nicht nur eine rückwärtsgewandte Wiedererinnerung, zugleich Anzeichen dafür, daß Gegenwart in einem nicht-historischen Verhältnis zur ersten Generation vom Homecomputern steht; einmal wieder nutzbar, d. h. wieder elektronisch algorithmisierbar gemacht sind, stehen sie zum heutigen Programmierer gleich unmittelbar wie jede aktuelle Form des Computers. In Allianz von Technik und Mathematik eine ganz andere logische Zeit am Werk als die des geschichtlichen Werdens und Vergehens; offenbart sich dieses Zeitverhältnis gerade nicht in der musealen Präsentation, welche historischen Eindruck privilegiert, sondern im aktiven Nachvollzug, im *re-enactment* der damaligen Nutzung (Begriff des Historikers Collingwood); erfordert aktive Medienarchäologie; für den Fall der ersten, gescheiterten Generation von massenhaften Computerspielen, das Spiel *E. T.*; fungiert heutiger Emulator zugleich als Debugger, ist das logische Medium selbst der aktive Archäologe, der damalige Mißverständnisse aufdeckt und aufweist, wie die Software mit der Hardware hadert (Stefan Höltgen); tut sich das ins Reale implementierte Symbolische zumeist in Form von Abstürzen auf, oftmals im zeitkritischen Sinn als "Zeitreal", das nach taktgenauem Programmieren verlangt. Berechnungen zur Laufzeit ihrerseits Effekte der jeweiligen Epoche von Computerarchitekturen

- Verein zum Erhalt klassischer Computer e. V.; 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"

- wird "antiker" Apple-Computer angeschaltet (und noch operationsfähig ist), ist er nicht in der Vergangenheit (im Jahr 1983), sondern radikal in der Gegenwart

- KEEP-Projekt der EU (Framework 7): Ermöglichung der Aufrechterhaltung von Plattformen, so, wie sie tatsächlich vorliegen = Keeping Environment 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*in*variant; 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 Computerspielemuseum: 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. Archvierung als Artefakt steht in Asymmetrie zum Wesen des Computers als operativem; Lösung: Emulatoren. An Z1(Nachbau) hat sich ein Blech verhakt. Höltgen: Z1 im DTMB selbst ein "Emulator", weil *nachgebaut* von Konrad Zuse

VCF Berlin 2015

- Vintage Comput*ing* Festival Berlin; Akzent auf Lauffähigkeit der Systeme; auf diese Weise die Computergeschichte real erfahrbar machen

- 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 wiederbelebt; 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 Schrift 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? Algorithmen in den Vordergrund stellen, jedoch Turing: Algorithmus ist *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 Enginge 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" = Charles Babbage, Passages from the Life of a Philosopher, London 1864, 119

- Eigenarte des digitalen Codes, daß er "in einem gewissen Sinne Ort und Zeit bedeutungslos werden läßt" = 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); 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.

- 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; wäre keine bloß konzertante Repräsentation

- vermag ein Digitalcomputer seine eigene Vergangenheit zu vergegenwärtigen, in Form des "historischen Perfekt": fortdauernd als logische Struktur; werden im Zuge des japanischen Shintoismus unter Schutz stehende Schreine periodisch abgerissen und neu aufgebaut: "Dort ist es also der Bauprozess, der bewahrt wird, während wir die Objekte der Vergangenheit selbst wie eine Leiche konservieren" = Wolfgang Schäffner, zitiert in: Nora Lessing, Entschieden für die Endlichkeit, in: Der Tagesspiegel [Berlin], 15. Februar 2019, Beilage B5; eskalisiert eine solch architektonische Sachlage zum Primat des *operativen Historismus* für Computerarchitekturen. Aus ENIAC resultierte die EDVAC-Architektur (bis heute gültige Tektonik des programmspeicher-Computers), sofern diese in der Gegenwart nicht "historisiert", sondern aufgehoben ist; dauert das Nicht-Historisierte der computativen und kybernetischen Kernfunktionen (Iterationen, Rückkopplungen) 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" = Bitsch 2009: 425 f., unter Bezug auf John von Neumann, Papers of John von Neumann on Computing and Computer Theory, Cambridge / London / Los Angeles 1987, 19

- Ben North / Oliver Nash, Magnetic core memory reborn (May 9, 2011), http://www.corememoryshield.com, 1-12

- 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 zeitlichen 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 repräsentiertbar 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" = Vladimir 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); handelt es sich in diesem Feld philosophisch-mathematischer Logik und physikalischer Gesetzmäßigkeiten nicht um *Er*findungen kulturellen Wissens, vielmehr um *Findungen* des latent bereits Vorliegenden durch kulturelle Technik (in diesem Fall der Digitalcomputer) - technologische *alethéía*, 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" = 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" =Aristoteles, Physik Buch IV, Kap. 12, 220b = Arist. 1967: 116; 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." = Denis Guedj, Numbers. The Universal Language, xxx (Thames & Hudson) xxx, 59

- 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" =Aurelius Augustinus, Was ist Zeit? Confessiones XI, lat./dt., übers. v. Norbert Fischer, Hamburg (Meiner) 2000, § 31; Chronograpie-Kritik Bergson, Uhrzeitkritik Heidegger

- Information der Wert einer Neuigkeit, der Überraschung einer Nachricht: "Information Theory is concerned with this problem of measuring changes in knowledge" = Donald M. MacKay, The Nomenclature of Information Theory, in: Pias (Hg.) 2003: 511-523 (511); macht es insofern Sinn, Entropie zur Basis dieses Informationsmaßes zu machen. Information selbst kann nur mit einer "operational definition" gefaßt werden, "i. e., a definiton in terms of what it *does*: as [e. g.] *force* is classically definied 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

- widerphysikalisches ("negentropisches") 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 Boolscher 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" = Motje Wolf, SPRACH/RAUM. Zur *Musique Anecdotique* 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

- liegt der Unterschied zwischen der abstrakten Turing-Maschine und einem operativen Computer 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" = Anleitungsbuch zum Busch-Experimentiersystem 2188 Computer-Technik, Viernheim 1988, 24; 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 Waggons mit Speichenrädern von Geist zu Geist" = Dennett 1994: 268

- zerfällt Computer in drei (Un-)Zeitweisen ("Tiden"): die zeitinvariante symbolische Kodierung (heute "Software"), die entropieanfällige maschinelle Implementierung derselben (heute "Hardware"), sowie sein jeweiliges operatives Zeitverhalten (als "Zeitobjekt" im Sinne von Edmund Husserls *Phänomenologie*)

- 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 chiastischen 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 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*in*variant 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" = Lilly Görke et al., Rund um die Mathematik, Berlin (Kinderbuchverlag) 5. Auf. o. J.; in Mathematik "läßt sich alles nachprüfen: man kann den gleichen Weg zu den gleichen Entdeckung gehen, den die Großen der Wissenschaft schon gegangen sind" = 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*instanziierung* 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 acount 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" = 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)

- technologische Urszene stellt eine Urkunde dar, solange sie im medienarchäologisch Verborgenen, daher unerkannt blieb

- Garade 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 mrphogenèse, 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

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, Exzerpte der Ausgabe Oswald Spengler, Der Untergang des Abendlandes. Umrisse einer Morphologie der Weltgeschichte, 3 Bde München (C. H. Beck) 1920-1923, hier Band 1: Gestalt und Wirklichkeit (1920), 79-131; besteht das *double-bind* der Mathematik 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 fortschreidende 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" = Oswald Spengler, Der Untergang des Abendlandes. Umrisse einer Morphologie der Weltgeschichte, München 1918/1972, 79

- 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

- Euklid-Text im Arabischen: hebt sich aus den Schriftzeichen eine geometrische Zeichnung ab; verständlich als ideale Sprache auch für diejenigen, die des Arabischen nicht mächtigt 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

- 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 Aneigungspunkt: 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, wennglich dynamisch (im Sinne von Elektromagnetismus). Euler-als-Mathematik will unhistorisch gelesen werden, in Hinblick auf die unmittelbar mathematischen Fragen (also im Zeitbereich der "Gegenwartsdauer" von *mathesis*, mit Blick auf die Invarianzen oder Paravarianzen quer zur Historie).

Mathematik und historische Prozesse

- "Das Mathematische ist gekennzeichnet durch seine sog. 'Überzeitlichkeit' (mitunter wird dafür auch 'Unzeitlichkeit' oder 'Zeitlosigkeit' gesagt)" = Oskar Becker, Mathematische Existenz. Untersuchungen zur Logik und Ontologie mathematischer Phänomene, 2. unveränd. Aufl. Tübingen (Niemeyer) 1973, 197

- 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 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 = so definiert in der Anm. d. Übersetzers Christian Kassung, Anm. 9. ebd.; Fourieranalyse eine Methode, die Schwankungen über ein endliches Zeitintervall komponentenweise aufzulösen

- "Daten hingegen, die erheblichen Außeneinflüssen unterworfen sind, müssen auf einen 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 Apsekte 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" = Eintrag "Ereignis", in: Guido Walz (Red.), Lexikon der Mathematik, Bd. 2, Heidelberg / Berlin (Spektrum) 2001, 67, 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*

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. Seleuxxxzeit; 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 √ 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 Grentzwertes ... 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 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; 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, wieder bei Euler), 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 symbolischen Zeit der (Lebens-)Erzählung; andererseits ist erst ihr zeitlicher Vollzug die Differenz von Computer als Denkmodell und Computer als Handlung

- inwiefern Satz des Pythagoras a(Quadrat) plus b(Quadrat) gleich c(Qudarat) in seinem Wissen invariant gegenüber wandelnden (kultur)historischen Diskursen; damit verbundene Aussage ist nicht des Menschen, sondern stellt ihn immer wieder in dieses nicht-historische Wissen; gilt bedingt auch für technomathematische Medien

- Turingmaschine zwar "historisch" erfunden, aber als mathematischer Gegenstand entdeckt, d. i. immer schon enthalten im Mengenuniversum

- trennt Mathematik strikt zwischen Erfindungs- und Begründungszusammenhang; vergißt Erfindungszusammenhang, weil die Modelle in völlig diversen Zusammenhängen funktionieren; Wissen um Erfindungszusammenhang wirkt hinderlich hinsichtlich der freien Übertragbarkeit auf andere Zusammenhänge

- schleppt von-Neumann-Architektur des Computers 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 *Un*trennbarkeit 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" = Inwood: Heidegger Dictionary 1999: 209; "essence of Technik is by no means anything techological" (QT, 9/4); it is rather *Gestell* / "framework"

- Lamdka-Kalkül hat noch Rest von Konkretheit (Funktionen); demgegenüber Turing-Maschine abstrakter: reine Symbole

Medien*arché* (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" = 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); Jacquard 1804 ans Conservatoire des Arts et des Métiers berufen, 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

- 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" = Charles Babbage, Artikel "Notation", in: The Edinburgh Encyclopaedia, hg. v. David Brewster u. a., Edinburgh 1830 ff., Bd. 15, 394-399 (397), zitiert nach Dotzler 2007:

307. 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" = Heinrich Hertz, Die Prinzipien der Mechanik, in: Gesammelte Werke von Heinrich Hertz, hg. v. Hans R. Wohlwend, Vadz (Sändig Reprint) 1984, Bd. 3, 30; suchen sich diese Dinge 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 √2 erschien: "Von dem Moment an, wo ein Teil der symbolischen Welt auftaucht, erzeugt er [...] seine eigene Vergangenheit" = 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. 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" = 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); wissens*geschichtliches* 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 connected with Difference Engine" <a.a.O., 371>. Technischen Konfigurationen eignet eine zeitliche Wissenslogik, die dem menschlichen Begreifen zuweilen vorauseilt. *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 unbekannten Rechnerarchitektur aufweist = Horst Zuse, Konrad Zuses Z3, in: Wilhelm Mons / ders. / Roland Vollmar, Konrad Zuse, Ernst Freiberger-Stiftung 2005, zitiert nach dem im Zuse-Museum von Hünfeld erhältlichen Sonderdruck, 43; medienhistorisches, gegenseitige Ideenübertagung privilegierende Modell versagt hier;

weniger auf historischen Ursprünge achten denn auf epistemologische Möglichkeitsbedingungen; *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" = Georges Canguilhem, Wissenschaftsgeschichte und Epistemologie, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 1979, 12; 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: Nitoussov 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 Analogien den Hinweis auf die Differenzen gegenübersetzt, denn im Unterschied etwa zur universalen diskreten Maschine namens Computer vermag die *ars 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 zukunftsträchtigen 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" = Kittler, unter Bezug auf: Hans-Dieter Bahr, Tropisches Denken. Entwürfe

phänomenologischer Landschaften. Wien 1994, 34 f.; "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 überging, 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. Erst solche wahrhaft modularen Systeme, wie Babbage wohl als erster sie für seine Protocomputer gefordert hatte, dürften eine zumindest in Grenzen programmierbare Hardware möglich gemacht haben. Ein gutes Beispiel, das ich dem Informatiker Michael Conrad entnehme, wäre etwa das 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 Kombinationsschlosses benutzt wird, strukturell programmierbar, weil dieses Verhalten durch Synthese aus einer kanonischen Menge elementarer Schaltgatter erreicht wird" = Kittler, unter Bezug auf Michael Conrad, The Prize of Programmability. In: Rolf Herken (Hrsg.), The Universal Turing Machine. A Half-Century Survey, Hamburg / Berlin 1988, 289, und "genausogut das Wetter simulieren könnte" = 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

- das Theorem der strukturellen Programmierbarkeit techno-physikalischer Systeme, d. h. das Verhältnis zwischen einem abstrakten Algorithmus und seiner tatsächlichen Implementierbarkeit. "A digital computer used to simulate a combination lock is structurally programmable" - im Unterschied zum Kombinationsschloß als finitem Automaten selbst - "since the behavior is achieved by / synthesizing it from a canonical set of primitive switching components" = Michael Conrad, The Price of Programmability, in: Rolf Herken (Hg.), The Universal Turing Machine. A Half-Century Survey [*1988], 2. Aufl. Wien / New York (Springer) 1994, 261-281 (264 f.)

- "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" = Gellius N. Povarov, Logic, automation and computing, in: Computing in Russia

- In Kapitel "Ein semantischer Rechner" greift Baecker 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" = Dirk Baecker, Wozu Kultur?, Berlin (Kadmos) 2000, 172 ff. (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" = 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 Günther an der Staatsbibliothek (Preußischer Kulturbesitz) Berlin, Mappe 471, Bl. 1

- 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" = 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" = Günther 1963: 16, unter Bezug auf: Todor Pavlov, Automats, Life and Consciousness, Moskau 1963

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 entwickelt = Beitrag D. A. Pospelov / J. I. Fet in: Computing in Russia

- 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 hingewiesen = Ernst Kapp, Grundlinien einer Philosophie der Technik. Zur Entstehungsgeschichte der Cultur aus neuen Gesichtspunkten, Braunschweig (Westermann) 1877, 342; in totalitären, d. h. Planungsgesellschaften 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 unter dem Stichwort „Klassifikation“ die Hardware von Rechenmaschinen und Bibliotheken korrelieren konnte = E. I. Samurin , Geschichte der bibliothekarisch-bibliographischen Klassifikation, Leipzig (VEB Bibliographisches Institut) 1964 u. München-Pullach (Verlag Dokumentation) 1968. Bereits 1832 – in einer Zeit, als Mechanik noch zur angewandten Mathematik zählte - verkündete Semen Nikolajevich Korsakov aus der Statistik-Abteilung des russischen Polizei-Ministriums unabhängig von Charles Babbage in England seine Maschine „zum Vergleich von Ideen“, eine lochkartenbasierte Apparatur zum Datenabgleich; 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 = Henry Wassén, The Odhner History. An Illustrated Chronicle of „A Machine to Count on“, Gothenburg 1951, 43. 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 unterbrochen = Igon A. Apokin, Electronic computers, in: Nitussov et al. (Hg.), Computing in Russia

- 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" = G. N. Povarov, Logic, automation and computing, in: Nitussov et al. (Hg.), Computing in Russia

- *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" = N. P. Brusentsov, zitiert im Artikel von B. N. Malinovsky / ders., Nikolaj P. Brusentsov and his comupter SETUN, in: Nitussov et al. (Hg.), Computing in Russia; 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* = Vortrag "Quantum Dense Coding" von Anton Zeilinger auf der 15. Internationalen Konferenz für Atomphysik, Bericht von Rainer Stoll, "Trits" statt Bits erhöhen Übertragungsrate, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung v. 21. August 1996

- 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" = 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)

- sowjetrussische Computerentwicklung nicht nur an militärische, sondern infrastrukturelle Nutzung gekoppelt – vornehmlich im Kontext des Versorgungsnetzes für elektrischen Strom; 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 Programmierung

- 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

- 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 Ingenieurswesen und Physik, Wladimir Gerassimenko: „Ich bin der Meinung, daß uns die Milleniumbombe 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" = Nick Poluektov / Tom Sperlich, Rußlands Computer gehen nicht anders. Das Jahr-2000-Problem in Rußland, in: NZZ <1999>

- 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-kontinuiert 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“, „erstmals“ 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" =Igor A. Apokin, Electronic computers, in: Nitussov et al. (Hg.), Computing in Russia; 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" = Norbert Bolz / Friedrich A. Kittler / Christoph Tholen (Hg.), Computer als Medium, München (Fink) 199x, 11 (Einleitung); bleibt 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 Memorial Caen>, deren *code-braking* 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" = Peter Gathercole, "The Fetishism of Artefacts", in: ebd., 73-xx (79); gehe es 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 Überwachung = Klaus Bebber, Kraftwerk zum Erleben. Wissenswertes und Kurioses. Eine Reise durch das Kraftwerk <sc. Vockerode> an der Elbe, o. O., o. J.

- 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, inhaltich durch gesetzliche Vorschriften geregelt <ebenfalls *Regel*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 Kommando <*enoncés*, Sprache als Handlung / *speech act*> waren sogar überbetrieblich zwischen den Kraftwerken und den Netzbetrieben gesetztlich - und einheitlich geregelt. Eine Zweideutigkeit, ein Mißverständnis hättehier 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-Schalterelementen), 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 Relaisschutztechnik, "eine denkende Technik, die Entscheidungen traf, bevor die Schaltwärter eingreifen konnten. War der Strom oder die Spannung zu hoch oder zu niederig oder gab es Kurzschlüsse, wurde dies durch Relais erfaßt und unverzögert 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 Kennummer in eine Lochkarte. Die Lochkarten werden in besondere Einrichtunge, sogenannte „Bücher“, eingelegt. Beim Schließen dieser „Bücher“ wird an den gelochten Stellen ein Kontakt eschlossen. Außer mit Lochkarten besteht noch die Möglihckeit, 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" = Sergej A. Lebedew, „BESM“. Eine schnelllaufende elektronische Rechenmaschine der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, in: NTF 4 (1956), 76-79 (77)

- 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" = J. J. Basilewski, Die universelle Elektronen-Rechenmaschine „Ural“ für ingenieur-technische Untersuchungen, in: NFT 4 (1956), 80-86 (80); 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 Iinhlat jeder Speicherzelle kann an den Signallampen des Kontrollregisters beobachtet werden. Das Kontrollregister wird bei jedem Maschinentakt eingeschrieben = Basilewski 1956: 84

Computer vom rechnenden Subjekt zum materiellen Objekt: ein medienarchäologischer Fall

- 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" = 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)

- Sammlung technischer Instrumente / Labore / vergangene Experimentalanordnungen (im Sinne von Rheinberger);heutiger Zustand der Instrumente steht, nach Zeitverfall, in Differnz zum Akkurat-Anspruch der ursprüngliche Experimente. Ein anderer medienarchäologischer Blick: "It is instructive to use an eighteenth-century microsope in order to appreciate the difficulties in both the mechanical design and the aberration produced by the lenses, but it inecessary to bear in mind that modern users are not `seeing´ as eigneenth-century microscopists would see: our opinion of the image will be different to theirs" = Stella V. F. Butler, Science and Technology Museums, Leister / London / New York (leicester UP) 1992, 120

- erzeugen Rechenmaschinen kulturelle Information, die nicht mehr an die Trägheit materieleller Grundlagen geknüpft ist; Bernd Rosner, in: Klook 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 reduzibel; 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; unterlaufen die technischen Entscheidungen, die beim Bau der ersten Computer getroffen wurden, "an derart vielen Stellen die Mathematik, die dem Computer selber zugrunde liegt, dass, den Compuetr als materialisierte Mathematik zu beschreiben zu kurz greifen würde. Die Materialität der symbolverarbeitenden Maschinen heisst vor allem: ihr in-Zeit -und-Raum-Sein" = xxx (Alexander Firyn?); scharf zwischen Schaltalgebra und schaltender Maschine 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 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, Transisor, IC, Mikrochip auch die verschütteten Materialien entbergen: etwa Filmstreifen und Magnetbänder

- weitere Kategorie: Maschinen, die zwar als Maschine entworfen, aber nie gebaut worden sind. Karsakov 1832; Memex

- spielt neben den schaltenden (verarbeitenden) Elementen 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; die meisten Speichermedien als überschreibbar ausgelegt; "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" = xxx

- Problem der Datenerhaltung markiert ein grundsätzliches Problem; 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, Ziel dieses Projekts, 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" = xxx

"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" =Espen 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). 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" Aarseth 1999: 32 f.

- 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 (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" = Aarseth 1999: 33?

- 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

Turing-Zeit

- hat Medienkünstler *David Moises* mit Installation „Halteproblem“ eine Turing-Maschine in Modelleisenbahn implementiert, in der die Zeitverhältnisse im Computer im Wortsinne „erfahren“ werden

- 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 psycho-akustischen Verhaltensmerkmalen

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 Entwicklungmomente“ <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 *genitivus 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" = Gilles Deleuze, Der Mensch, eine zweifelhafte Existenz, in ders. / Michel Foucault, Der Faden ist gerissen, Berlin (Merve) 1977, 13-20 (18); 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 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" = Foucault 1969/1973: 190; das Niveau jener Existenz, das ein technisches Dispositiv, Gestell, Gedächtnis, Speicher ist, von Foucault nicht konkret benannt; um das allgemeine Archivsystem als spezifisches zu identifizieren, 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 *Speicher*bilder

- Unterschied von Foucaults Archäologie von Diskursen zur Medienarchäologie, die sich dem technischen Apriori widmet

- kein anderes technisches Medium, das soviele 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

- 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 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)tur

- 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*

Papier(rechen)maschinen

- meldet Leibniz in einem Brief 1671, eine „Lebendige Rechenbanck“ 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; Abbildung in: Dotzler 1996: 530 (Leibniz, Skizze der Machina Arithmetica, in: Miscell. Berol. p. 317)

- 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; Abb. in: Bernhard J. Dotzler, Papiermaschinen: Versuch über Communication & Control in Literatur und Technik, Berlin 1996 (Akad. Verl.), 31: Zuse, Skizze der Prinzipienschaltung "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

Mathematische Maschinen

- macht es für Hegel - im Unterschied zu Hilbert - 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" = 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 - gegen die Mechanisierung von Gedanken also; stellt sich zeitgleich mit Karsakov 1832 jedoch die Frage, "wo ist das philosophische Denken selbst ein maschinelles Denken, ein Denken der Maschine im genitivus subjektivus" = Künzel, Charles Babbage. Differenz-Maschine, 1991, 21 - 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 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 vervollkommnen, zu legen" = 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

- "Tafeln für die gewiße Fälle berechnet sind, Maasstäbe können demnach blos als Werkzeuge, aber nicht als Maschinen betrachtet werden. So ist auch der einfach 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 (Systhema) 1990, Einleitung (17)

- 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 Auto*mathesis* (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 matheamtische 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

- 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

- *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

- 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 exectued" = Andreas Brennecke, in: Raúl Rojas / Ulf Hashagen (Hg.), The First Computers. History and Architecture, Camrbdige, Mass./ London (MIT Press) 2000, 60 - die Programmierung eines Rechners

- 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 Programmmierung 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 / Altertung). "Die zweite Maschine - das Programm - unterliegt dagegen nicht mehr den materiellen Gesetzen der Realwelt. Die einzige Begrenzung ist unser Denken" <ebd.>

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 bei Hilbert schon angelegt; Turing weist dann auf, "dass mathematische Handlungen als mechanische aufgefaßt werden können" = Röller 19xx: 151

- 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 = Arno Borst, Computus, Berlin (Wagenbach) 1990, 23

- Äquivalenz von Mathematik und Maschine (Hilbert, im Anschluß daran: Turing): "We can mechanize insofar as we can make a formal rule" = 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")

- 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

- 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 determinstischer Operationen. [...] Die Verbindung zwischen Vergangenheit und Zukunft ist lediglich ein getakteter und gleichmäßig voranschreitender Maschinenzustand" = Georg Trogemann, Experimentelle und spekulative Informatik, in: Claus Pias (Hg.), Zukünfte des Computers, Zürich / Berlin (diaphanes) 2005, 109-132 (113)

Algorithmische 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 (91 f.), 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)

- 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" = Norbert Wiener, Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine, 2. Aufl. Cambridge, Mass. (MIT Press) 1961, 50

- 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 Handlugnsanweisungen 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" = Alan M. Turing, Intelligent Machinery, in: ders., Intelligence Service, hg. v. Bernhard Dotzler / Friedrich Kittler, Berlin (Brinkmann & Bose) 1987, 91

- kann ein Algorithmus (sofern ein Problem als solches formuliert wurde) als Abfolge von Handlungsanweisungen "im Prinzip auch im Kopf ausgeführt werden" = Georg Trogemann, Experimentelle und spekulative Informatik, in: Claus Pias (Hg.), Zukünfte des Computers, Zürich / Berlin (diaphanes) 2005, 109-132 (109); 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'" = 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)

- 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 exacement les mêmes mécanismes que la machine" = Jacques Lacan, Le Séminaire. Livre II: Le moi dans la théroie de Freud et dans la technique de la psychanalyse, Paris (Seuil) 1978, 350; nicht die Maschine 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

- 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 *alphabêtise* (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 suqwares like a child's arithmetic book" = Turing 1936/2004: 75 - Rechenpapier

Rechenmedien, technologisch begriffen

- 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" =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 (140); definiert Kittler den Computer (*nota bene*: den Digital-, n i c h t den Analogcomputer) als "Verbund von Hard- und Software, Physik und Logik" = 142

- definiert Gumbrecht die Materialitäten der Kommunikation als "those phenomena and conditions that contribute to the production of meaning, without being meanings themselves" = Hans Ulrich Gumbrecht, Production of Presence. What meaning Cannot Convey, Stanford, Calif. (Stanfort UP) 2004, 8; Kantsche Möglichkeitsbedingung (*a priori*), mithin als *arché* (und zugleich eine Erinnerung an Jacques Lacans Satz von der "Bedeutungslosigkeit" oder gar "Blödigkeit" der Signifikanten) = "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 (Quadriga) 1997, 217-231 (220)

- 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

Logische Maschinen: Kalkül und Computer

- "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" = Max Bense, Ästhetik und Programmierung, in: Bilder Digital. Computerkünstler in Deutchland 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); 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" = Novalis, Das Allgemeine Brouillon. Materialien zur Enzyklopädistik, in: ders., Schriften, hg. v. Paul Kluckhohn / Richard Samuel, Bd. 3, Darmstadt 1983; in technologische Operationen gewendete Mathematik

- 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" = 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

- Leibniz' Schrift 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 Typographie) und aufgrund der Koexistenz lokaler Zeichen, die anderen operieren in der Zeit und mit der Sukzession von Signalen" = Bernhard Siegert, Passage des Digitalen. Zeichenpraktiken der neuzeitlichen Wissenschaften 1500-1900, Berlin (Brinkmann & Bose) 2003, 131

- "Historisch begann Programmierbarkeit, so sie denn von Kalkülisierung unterschieden werden darf, wohl erst zu jener Zeit, als die Technologie von Werkzeugen zu Maschinen überging, anstelle der Einzelstückherstellung also die standardisierte Massenproduktion trat. [...] Erst solche wahrhaft modularen Systeme, wie Babbage wohl als erster sie für seine Protocomputer gefordert hatte, dürften eine zumindest in Grenzen programmierbare Hardware möglich gemacht haben" = 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; 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

LOCHKARTEN- UND RECHENMASCHINEN

Karsakovs *machine à comparer les idées* (1832)

- Lochkarte als Paradigma diskreter Diagrammatik (Musikautomaten, Webstuhl, Computer)

- von Karsakov eine „Maschine zum Vergleich von Ideen“ wenn nicht gebaut, so konzipiert – analog zur Entwicklung der lochkartengestützten *Analytical Engine* von Charles Babbage in England, dem Vorläufer des Computers. Ob voneinander wissend oder nicht, beide Varianten mögen auf den Jacquart'schen Webstuhl zurückzuführen sein, der lochkartenbasiert Muster in Stoffe zu weben wußte. Ganz prädigitaler Raum, differenziert das Loch als Speicherstelle nicht zwischen Text-, Bild- oder Toninformation (das Prinzip der Musikautomaten); *Semen N. Karsakov*, Aperçu d'un procédé nouveau d'investigation au moyen de machines à comparer les idées. St. Petersbourg 1832

Analytical Engine

- P. S. Kayce (ed.), Punched Cards and their Implementation, transl. from English. Moscow: Machgis, 1963; Babbage in St. Petersburg, ca. 1830 (Hinweis Dotzler); Treffen Kosakov rück(er)finden?

- Babbage beschreibt den Lochkartenspeicher seiner *Analytical Engine* noch als „library of its own“; demgegenüber wäre für die von-Neumann-Architektur des Computers von einem Archiv zu sprechen, d. h. als direkte Rückkoppelbarkeit von Administration (System) und Datensätzen

- "Aus der Luft gegriffen. Zur Geschichte der Informationsverarbeitung mit Lochkarten", Workshop Hermann von Helmholtz-Zentrums für Kulturtechnik, Deutschen Technikmuseum Berlin, 3. Mai 2002. Leitung: Birgit Schneider und Markus Krajewski; Vorträge u. a.: Sebastian Klotz: "Composer sur le cylindre" statt auf dem Papier. Diderots Griff nach perforierter Hardware im Orgel-Projekt von 1747; Markus Krajewski: Karteimaschinen. Die Automatisierung der Buchung

- Gustav Tauschek, *Die Lochkartenbuchhaltungsmaschine meines Systems* (Wien 1930) beschreibt Logik von Absentierung, vorweggenommen von purer Mechanistik: "ein Verfahren zur mechanischen Ermittlung statistischer Ergebnisse [...], bei dem Zählkarten zur Anwendung kommen, in welchen die statistischen Angaben in Form von Löchern angebracht sind und die Zählwerke beeinflussen, in denen die statistischen Ergebnisse zusammengezählt werden" <8>

- schon länger vertraute, in Jacquards Webstuhl und Babbages Analytical Machine bereits eingesetzte (oder zumindest konzipierte) Lochkarte fand in Hollerith-Maschine "ihre erstmalige faktisch-apparative Verwendujng im real existierenden Bürokratismus", nämlich im Census der USA 1890 = Bernhard Dotzler, Multimedialität nach Herman Hollerith, in: Harro Segeberg u. a. (Hg.), *Die Medien und ihre Technik. Theorien, Modelle, Geschichte*, Marburg (Schüren) 2004, 212

- gegenüber archivischem Akzent auf Berücksichtigung der Provenienz, d. h. der Herkunftsordnung der Daten, verleiht Lochkartei dem Archivbestand einen distanten, formalisierbaren, wissensarchäologischen Blick von außen. Während die traditionelle Archivarbeit ihre Aufgabe darin sieht, einen Bestand nach seinen eigenen inneren Gesetzen der Provenienz geradezu administrativ autopoietisch zu ordnen, erschließt die Verzeichnung mit Hilfe einer Lochkartei Bestände "durch eine unter Benutzergesichtspunkten von außen an ihn herangetragene Ordnung" = Blaschke 1961: 155 f.; Informationsgewinn also durch Aufbrechung der vorliegenden Ordnung, so daß mit der Verzeichnung eines Bestandes durch Lochkarten „der Gesichtspunkt der Ordnung hinter dem der Auswertung“ zurücktritt = Blaschke 1961: 156 - von der Speicherung zur Übertragung. Denn mit dem Sachbetreff tritt nicht nur das archivische Pertinenzprinzips wieder in Erscheinung, sondern auch die Orientierung am User - ein Interface zum Datenabruf also vielmehr denn das Intraface des Speichers

- Lochkartendatenverarbeitung: im "Zustand" (Ausdruck von Turing 1936) des Archivs; aber prozessualisiert, oder besser: *algorithmisiert* (d. h. von einer rein klassifikatorischen Logistik zur Prozeßverarbeitung, die damit zeitkritisch wird). Dynamisierung der diskreten Datenzustände des Archivs (*archival states*); zeitgleich Bletchley Park: deutsche Wehrmachtscodeverschlüsselung durch Chiffriermaschine Enigma (mit elektrischen Verdrahtungen); Gegenentschlüsselung: die "Bombe" in Bletchley Park

- weist Alan M. Turing 1936 nach, daß eine Maschine alles berechnen kann, was berechenbar ist. Wenige Jahre später kommt diese Theorie in Bletchley Park deshalb als real gebauter Computer zum Zug, weil die Dechiffrierung verschlüsselter deutscher Wehrmachtskommunikation zu einer zeitkritischen Frage wird, denn bekanntlich "ist der menschliche Verstand nicht in der Lage, die fast unendlichen Möglichkeiten, die im Enigma-System stecken, mit ausreichender Geschwindigkeit zu beurteilen" = Ronald Lewin, Entschied ULTRA den Krieg? Alliierte Funkaufklärung im 2. Weltkrieg, Koblenz / Bonn (wehr & wissen) 1981, 130?; Aufgabe von *The Bomb* in den Worten ihres (Mit-)Kontrukteurs Harold Keen (von der britischen Tabulating Company - in Tradition der Lochkartentechnik), "den elektrischen Stromkreisen der Enigma Parole zu bieten. Ihr Geheimnis lag in der inneren Verdrahtung der Enigma-Walzen, die *the bomb* nachzuahmen versuchte" = zitiert ebd.; liegt das Wesen von chiffrierten Nachrichten aber gerade nicht in den Akten. Aktenkundig wurden sie erst durch die Registrierung in Bletchley Park; Lewin 1981: 23; Beispiele für dechiffrierte Funksprüche: 447 ff.

Ideenmaschine

- William Gibson und Bruce Sterling, *The Difference Engine* (1990), eine Fiktion, in welcher der historische reale Charles Babbage mit seinem Proto-Computer, der Difference Engine, die Herrschaft in England übernommen hat, London 1855; Mann vom Geheimdienst, Oliphant, träumt von einer alles überwachenden und sehenden Statistik, von den Maschinen berechnet. P .S. London 1991: Das Zentralamt für Statistik erwacht zu einem Bewußtsein seiner selbst; Bababge Gegenstück zu Karsakov

- Statistik steht an, als Karsakov zum Bezirksinspektor von Krankheitsfällen während der Cholera-Epedemie um 1830 wird; Michel Foucault, *Die Geburt der Klinik*: Zusammenhang von modernem Krankenwesen und Statistik als ihrem Aufschreibesystem. Massenhafte Behandlung verlangte hier nach einer Beschleunigung des Verfahrens (bis hin zu einer Automatisierung) ärztlicher Medikation. "Eine Geschichte des Wechselverhältnisses von Medizin und Medien ist meines Wissens noch nicht geschrieben" = Siegfried Zielinski, Archäologie der Medien. Zur Tiefenzeit des technischen Hörens und Sehens, Reinbek (Rowohlt) 2002, 356, Anm. 20

- Wladimir Velminski im vorliegenden Band, 164: "Die aus den Löchern hervorstechenden Ideen markieren eine Spur in einer historischen" - aber in ihrer techno-logischen Gültigkeit gerade ahistorischen - "Konstellation, in der die Mathematisierung der Medizin mit einer zunehmenden Dominanz diagrammatischer Kulturtechniken einhergeht. Wenn Karsakovs Ideenmaschine Erkenntnisse durch mechanische Operationen konstruiert, wird sie für ihren Benutzer zum ›Gesprächspartner‹, der sich zwischen das Tun und das denkende Beobachten des eigenen Tuns wie eine Lochkarte einschiebt und den Vorteil besitzt, auf verschiedene Wissensbereiche umkodierbar zu sein, das Unbekannte aus dem Bekannten ›hervorzustechen‹" - gleich TM

- Hegel in Opposition zum Versuch, »mathematische Kategorien herbeizunehmen, um daraus für die Methode oder den Inhalt philosophischer Wissenschaft etwas bestimmen zu wollen«; das Logische vielmehr »aus der Logik, nicht aus der Mathematik zu nehmen«, da der Anwendung »der entliehenen Formeln« ein Bewusstsein »über ihren Wert wie über ihre Bedeutung vorangehen« muss"; nun aber ALU als Kern des Mikroprozessors

- arbeitet zeitgleich zu Charles Babbage Georg Friedrich Wilhelm Hegel an einem philosophischen System zur Abwehr der Mechanisierbarkeit des Denkens: »Die Abstraktion des Producirens macht das Arbeiten ferner immermehr mechanisch und damit am Ende fähig, dass der Mensch davon wegtreten und an seine Stelle die Maschine eintreten lassen kann.« Hegel als Karsakovs Zeitgenosse; stirbt in dem Jahr, in dem Karsakov seinen Maschinenentwurf publiziert. Velminski, 164: "Ob diese Ideenmaschine für Hegel eine richtige Behandlungsmethode generiert und somit auch die Einstellung des Philosophen gegenüber der Technik verändert hätte, bleibt wohl für immer eine wissenschaftliche Leerstelle."

- unterscheidet Hegel zwischen angeeigneter Erinnerung und technischem Gedächtnis

- steht syntaktische Funktion der Zeichen über der semantischen; erlaubt gegenüber der Semantiklastigkeit von Kultur als Diskurs (Kunst, intellektuell) die Versachlichung kulturellen Wissens im zwiefachen Sinn: technische Mechanisierung und Reduktion auf das Operative

- oszilliert Archäologie des Computers und seiner Programmierung zwischen den Polen Mathematisierung der Maschinen und Mechanisierung der Mathematik: „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" = Gellius Povarov, Machines for the comparison of philosophic ideas, in: Georg Trogemann / Alexander Nitussov / W. E. (Hg.), Computing in Russia. The history of computer devices and information technology revealed, Braunschweig (Vieweg) 2001, 47-50; geisteswissenschaftliche als auch natur- und ingenieurswissenschaftliche Aspekte integrieren; im Sinne dieser *arché* etwas *Grund*sätzliches, das Zusammenspiel von Mathematik, Wissen (*mathesis*) und Maschinen (respektive Medien), was an Karsakovs Ideenmaschinen ahistorisch aufscheint;

- Karsakov nennt Mechanismus "Ideen"maschine; Baron Joseph Marie de Gerando erhält 1795 Preis im Concours des Institut de France "De l'influence des signes sur la génération des idées" mit Schrift *Des Signes et de l'Art de penser considérés dans leurs rapports mutuels*, 4 Bde, 1799-1800

- reale "rechnende" Artefakte, materiell (nun "museal") als sie selbst überliefert, etwa jene Zahnräder aus dem antiken Wrack, gefunden vor der menschenleeren Insel Antikythera in der Ägäis, wohl die Ur-Form eines astronomischen Computers. Erst der tatsächliche Nachbau der

verkrusteten Eisenklumpen dieses submarinen Fundes ermöglichte eine Entfesselung ihrer Deutung

Ideenmaschine (Karsakov, 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 sonst 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 Diagrammatische 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

Medientheorie konkret: die Maschine bauen

- Medien nicht allein wissensarchäologisch wiederentdecken, sondern sie in einer Form von *reverse engineering* (nach-)bauen und in ihrer gleichursprünglichen Operativität zu Protagonisten der Szene werden lassen; Doron Swade, "replica" von Babbages Difference Engine no. 2 im Science Museum, London

- Karsakovs konkrete Anleitung zum Bau von *machines à comparer les idées*; S. Karsakov *Aperçu d´un procédé nouveau d´investigation, au moyen de machines à comparer les idées* (St. Petersburg 1832); naheliegend, diese (im Zustand eines Diagramms, also als archivische Urkunde) ungebaute Maschine zeitversetzt zu realisieren - Medienarchäologie als *retro engineering*, gegenüber historistischer Kristallisation

- stellen sich mechanische Defizite von Karsakovs Maschine erst dann heraus, wenn sie wirklich gebaut wird; Test aller Medienarchäologie ist ihr zeitkritischer Vollzug; stellten auch der Elektroingenieur Doron D. Swade und der Informatiker Allan G. Bromley fest, als sie für das Londoner Science Museum Babbages unvollendete Differenzmaschine nachbauten und dann erst den fehlenden Mechanismus für die Arretierung der manuell eingestellten Ziffernräder oder die Mängel bei der Übertragung von Ziffern feststellten; Problem des Zehnerübertrags im Mechanismus ein feinmechanisches Problem im Räderwerk der Epoche = Heiko Joosten, Die mechanischen Computer des Charles Babbage, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 21. April 1993, unter Bezug auf Artikel von Doron Swade / Allan Bromley, in: Spektrum der Wissenschaft Bd. 4/1993, 78

- "Combinatory knowledge classification embodies the dialectic that not only an abundance of information can be generated from a minimal source code, but that vice versa an abundance of information can be analytically reduced to one algorithm" = Florian Cramer, Concepts, notations, software, art = http://www.netzliteratur.net/cramer/concepts_notations_software_art.html, Zugriff Juli 2005; versteht Leibniz unter Analysis ein Zerlegen; insofern Karsakovs Mechanismus eine "analytische Maschine

- realisiert Korsakovs Entwurf von 1832 eine Forderung, die eine der frühesten Entwürfe für eine Berliner Universität durch Johann Jakob Engel im März 1802 in einer Denkschrift formulierte: "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. Von dieser Art sind Handwerke,

Künste, Fabriken. [...] Kupfer<stiche> helfen hier wenig oder nichts, sie legen die Maschinen nicht auseinander <*analysieren* sie also nicht>, 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: Gelegentliche Gedanken über Universitäten in deutschem Sinne, hg. v. Ernst Müller, Leipzig 1990, 6-17 (6); leistet dies die logische Schaltung, die selbst neue Schaltpläne zu generieren vermag

- hat Medien*theorie* mit dem Wort Theater seit frühgriechischen Zeiten die Verschränkung von Anschaulichkeit und praktizierender Erkenntnis gemein; Prinzip von Medientheater, technische Medien nicht nur wissensarchäologisch darzustellen, sondern sie im Zweifelsfall auch in einer Form von *reverse engineering* aufzuführen, d. h. zu bauen und in ihrer Operativität zu Protagonisten der Szene werden zu lassen; treten die logischen Defizite, wie sie die Kritik des Entwurfs von Seiten der St. Petersburger Akademie der Wissenschaften äußert, zutage

- eine Maschine denkbar, die zu bestimmten Problemen nicht schlicht eine kombinatorische Lösung, sondern das Programm, den Algorithmus zur Lösung solcher Probleme überhaupt generiert? galt es einen Algorithmus zu entwickeln, der für jede mögliche Kombination einer homöopathischen Medikation ein passendes Verfahren findet

Den Namen schreiben

- ein Phantombild, zusammengesetzt aus Symbolen des ASCII-Codes; der Name löst sich in eine Buchstabenkette auf, seine Existenzform im Archiv und als Archiv, ein *string*: Semen Korsakov (1788-1853); Simon Nocolaievitch Korsakoff; Iseman von Korsakoff. In der Druckversion schreibt sich der Autor des Traktats von 1832 Karsakov, doch: "Son nom a souvent été orthographié par erreur Korsakoff, selon la terminaison en allemand ancien" = http://www.planete-homeo.org/interna/echos/mots/korsakov.htm
- kleine Broschüre aus dem Jahr 1832: Semen Karsakov, *Aperçu d'un procédé nouveau d'investigation au moyen de machines à comparer les idées*, St. Petersbourg 1832; vor Holleriths Sortiermaschinen und zeitgleich zu Charles Babbage (aber anders als Jacquards Webstuhl) ein Lochkartenverfahren, das Datenverarbeitung zum Zweck von *intelligence* einsetzt; Karsakov im statistischen Büro des russischen Polizeiministeriums in St. Petersburg tätig

- "In Korsakov's machines, data was recorded (and stored) on punched cards. Punched cards were, at the time, a new invention, first introduced in France in 1805 by Jacquard, for controlling textile machines (looms). Korsakov turned out to be the first to implement them in informatics - before Babbage and Hollerith. He also defined in his own terms and presented the conception of artificial intelligence as an "auxiliary amplifier for natural intelligence" = Povarov 2001: xxx

- Karsakovs Schrift lange unauffindbar; unerbittlich alphabetische Logik bibliographischer Suchmaschinen und Kataloge, die - zumal am Wortanfang von Eigennamen - keine Fehlertoleranz erlaubt; Broschüre ließ sich erst finden, nachdem Klaus Dittmann den Namen von Korsakof hin zu Karsakov korrigiert; Aussprache im Russischen: unbetontes O wie A ausgesprochen

- Google fragt, wenn Suchbegriff "Korsakov" eingegeben: "Meinten sie Karsakov?"; läßt sich die *Ideenmaschine* selbst als Suchmaschine verwenden, wenn eine Tafel mit den Buchstaben des Alphabets gelocht wird; Einsatzmöglichkeit nicht nur der *special purpose* von homöopathischer Medikamention, sondern (im Reich der alphanumerischen Symbole) universal; wie bei der Turing-Maschine hängt alle Berechenbarkeit von der Erstellung der Tafeln ab, auch von der Verhältnismäßigkeit ihrer Länge im Sinne Kolmogorovs - woran die *Ideenmaschine* laut St. Petersburger Gutachten scheitert. Mit der Einstellung der Nadeln auf die Buchstabenkette "Korsakov" hätte sie den Namen ihres eigenen Erfinders verfehlt - ein tödlicher Fehler im Falle des Maschineneinsatz zur homöopathischen Medikation

- Alphabet, altgriechisch noch eine Kulturtechnik, wird bei Karsakov technisch operativ: "Emphasizing the decisive meaning of the alphabet which enabled humankind to `impress ideas onto (physical) matter´ up to appearance of the synoptic tables in the Modern Age, Korsakov developed his idea further on to suggest the combination of these tables with a mechanical processing device so as to facilitate (automate) the `comparison of ideas´. He called such devices "machines intellectuelles", and predicted their intensive future development" (Povarov)

- Karsakov 1832, Seite 1: "L´homme pense et ses actions sont machinales"; Diskretisierung des Sprachflusses durch das Vokalalphabet die Grundlage einer Mechanisierungbarkeit von Gedanken(fluß) gelegt. Sprache (phonetisch, als Retro-Effekt des Alphabets!) und Schrift (parole, écriture) "ne sonst que des opérations mécaniques de l´intelligence" - analog dazu jene Operationen, für die schon die griechische Verwendung des Alphabets steht: "Les résultats des calculs mathématiques se découvrent par des chriffres, des mesures, qui expriment des idées comparables" diskret, digital; Meßdaten hier selbst Funktionen von Medien der Standardisierung von Forschung

- gibt Korsakovs Text (es spricht kein Autor, sondern Schrift gibt sich zu lesen) das Geheimnis seiner eigenen Überlieferung an die Nachwelt an, Seite 2: "C´est l´invention de l´alphabet qui nos a procuré le précieux moyen de donner de la stabilité à nos idées en les fixant sur la matière d'une manière durable et comparable"

Arifmometr

- Hardware von Werkzeugen und Apparaten ebenso zur Sprache kommen lassen wie die Software von Instruktionen und Programmen; Streit der

universitären Fakultäten; Strukturaspekt der wechselnden Konfigurationen zwischen Mathematik, Informatik und Ingenieurskunst rekonstruieren. Als Kantorovic in Leningrad sich mit der Programmierung digitaler Rechner befaßt, identifiziert er genau diese Asymmetrie: "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: Georg Trogemann u. a. (Hg.), Computing in Russia, Braunschweig (Vieweg)

- oszilliert jede Archäologie des Computers und seiner Programmierung zwischen diesen Polen Mathematisierung der Maschinen und Mechanisierung der Mathematik: „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" = Gellius Povarov, Machines for the comparison of philosophic ideas, in: Georg Trogemann / Alexander Nitussov / W. E. (Hg.), Computing in Russia. The history of computer devices and information technology revealed, Braunschweig (Vieweg) 2001, 47-50

Quellen der Medienarchäologie (Fallstudie Karsakov)

- dient medienarchäologischer Akzent der exemplarischen Rekonstruktion von Umbrüchen in der technischen Epistemologie vergangener Kultur unter der dezidierten Perspektive der digitalen Jetztzeit; technologische Medien als reale Artefakte, als Gegenstände der Kultur, die z. T. materiell (als Museum) 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 astronomische Uhr darstellen

- sind technische Medien, die es gab, nur noch als Information, nämlich in einem (anderen) Code überliefert: dem Alphabet (als Bericht) oder in (diagrammatischen) Zeichnungen (damit rekonstruierbar), also als Speicher der nicht-materiellen, schrift-symbolischen Gedächtnisse; Sprung hinein mitten in dieses Archiv, buchstäblich *medias in res*

- Überlieferung eines solchen mediengeschichtlichen Objekts ihrerseits von den Medien der Überlieferung abhängig; geschieht Überlieferung von Medienwissen nicht nur in Schrift, sondern auch in Zahl; in der von Marshall McLuhan definierten "Gutenberg Galaxis", der gerade erst sich zum Ende neigenden Epoche von 500 Jahren Buchdruck als primärer Technik der Wissensvermittlung, dominiert der schriftliche Text, Funktion der Kulturtechnik des Vokalalphabets; gibt Korsakovs Text (es spricht kein Autor, sondern Schrift gibt sich zu lesen) das Geheimnis seiner eigenen Überlieferung an die Nachwelt an

(Re-)Präsentation der Schrift: Karsakov 1832

- insistiert Karsakov auf der hardwareorientierten Definition von Schrift: "fixer les idées sur la matière" (für Schrift, Ziffern und auch synoptische Farbtafeln, wie sie in der Statistik seiner Zeit florierten). Mechanisierbar aber werden komparative Operationen von Datenmengen erst dann, wenn man die Schreibfläche selbst mechanisiert; Defizit der Schrift ist ganz im Sinne McLuhans: "L´ecriture, de même que tous les procédés graphiques, ne parle à notre intelligence que par les yeux; elle / Seite 3: échappe à l´action des agens mécaniques"

- vermag für die nachfolgende Hollerith-Technologie treffend so benannter Lochschriftübersetzer später die in Lochschrift gespeicherten Werte auf einer Karte ohne Rechenoperation sofort und auf demselben Schauplatz der Karte in Zahlenschrift zu reproduzieren = Festschrift zur 25-Jahrfeier der Deutschen Hollerith Maschinen Gesellschaft, Berlin 1935, Kapitel ”Die Lochkarte als Träger des Hollerith-Verfahrens”, 89

- "Wenn wir jedoch im Gegenteil die gleichen Ideen durch Zeichen ausdrücken, die aus tatsächlich materiellen Körpern bestehen, versehen mit Länge, Breite und Tiefe, werden diese Zeichen nicht mehr nur mehreren unserer Sinne zugänglich sein, sondern viel konsequenter werden wir die Gelegenheit haben, die physikalischen Eingeschaften jedes Zeichens zu nutzen und sie dazu bringen, rein intellektuelle <geistige> Fragen zu lösen" = Karsakov 1832

- Florian Cramer, Words Made Flesh. Code, Culture, Imagination, *online*: http://pzwart.wdka.hro.nl/mdr/research/fcramer/wordsmadeflesh

- Medien nicht schlicht eingebettet in Tradition, sondern Tradition selbst ein Effekt, eine Funktion der Logik von Speicher- und Überlieferungstechniken; schaut der medienarchäologische Blick also auf die Vergangenheit der Medien nicht in dem Sinne, daß sie immer schon in Geschichte eingebettet sind, sondern legt die Kulturtechniken Mechanismen dieser Einbettung selbst frei - Alphabete, Speichertechnologien, Übertragungssysteme

- der ganze Unterschied zwischen rein symbolischen und im Realen der Physik implementierten Maschinen; schlägt Karsakov eine reale Elementarisierung von Problemen in diskrete maschinisierbare Schritte vor, "um isoliert alle Details einer kompexen Idee auszudrücken" und "durch mechanische Mittel diese materiellen Zeichen in Kontakt mit anderen analogen Zeichen zu bringen, die gleichermaßen die Details einer greoßen Zahl anderer komplexer Ideen darsstellen", und durch "den Widerstand und das individuelle Gewicht dieser mateirlelen Zeichen erlange ich die gesuchten intellektuellen Resultate"; bedarf es eines vorgefertigen Tableaus, um diesen Effekt zu erzielen, "einmal für allemal"

- das zeitkritische Moment dieser Operation - das durch die von-Neumann-Architektur des Computers vertraute Problem der Sequenzialität in der Datenabarbeitung: "Unser Geist kein von alleine nur wenige Details im gleichen Moment erfassen; mit / diesem Verfahren ist es möglich, mit einem Male tausende von Details zu umfassen" = Seite 3 f.; menschliche

Auffassung kann aus demgleichen Grund im selbsen Moment "nur zwei Objekte umfassen, und wenn wir unsere Aufmerksamkeit auf eine größere Zahl richten, müssen wir auf sukzessive Vergleichungen zurückgfreifen"; Karsakovs Verfahren dagegen erlaubt die gleichzeitige Verabrietung großer Detailmengen

- menschliches Gedächtnis zwar umfassend, aber nicht fehlerfrei, kann daher gelgentlich wichtige Details übersehen. "Das komplett materielle Gedächtnis meiner Maschinen dagegen kann sich nicht täuschen, dann es ist das unfehlbare Resultat physikalischer Eigenschaften der Materie"

- menschliche Datenverarbeitung immer auch von Vorabauswahl bestimmt, welche die Ergebnisse der Forschung beeinflussen. "Wenn aber unsere Wahl das Prdukt einer mechanischen Operatin ist, von determiierten Bedingungen und in ihren Effekteninvariabel, kann klarerweise keine Parteilichkeit diese Wahl modifizieren" udn wird daher identisch reproduzierbar sein - die Bedingung eines technischen Begriffs von "Medialität", die als Strukturbegriff disparater Vermittlungspraktiken sonst unscharf bliebe

- zeichnet sich gemäß Ernst Cassirer menschliche Intuititon durch Symbolgebrauch aus - die reine Äußerlichkeit der Symptome aber ist Bedingung für Karsakovs "logischer Maschine". Auf Zuordnung beruht letztlich auch Vannevar Bushs 1945er Entwurf einer symbolverknüpfenden Maschine (Memex)

- löst Ideoskop das Halteproblem: "Wenn man wünscht, daß das Ideoskop haltmacht von alleine präzise auf der komplexen Idee der Tafel, die die Totalität der verglichenen Idee enthält ..." = Seite 7

- hat sich Karsakonv seinerzeit mit seinem Entwurf auch an die russische Akademie der Wissenschaften gewandt; 1961 auf Russisch publizierte Dokumente; endet Stellungnahme des Akademiemitglieds und Mathematikers M.V. Ostrogradskiy (1801-1862) und vier anderer: "Korsakov had spent too much of his intellectual power trying to teach others to do without any intellect at all" [1. p. 564]; lag aber der Clou der Erfindung gerade darin ganz im Sinne Alan Turings eine scheinbar geistige intellektuelle Tätigkeit vollständig durch ein mechanisches Äquivalent zu ersetzen. Karsakov "presented the conception of artificial intelligence (a term so popular in our time) as an `auxiliary amplifier for natural intelligence´. Since the demand for any serious information processing (especially facilitated) could scarcely exist at that time, Korsakov's invention was not widely recognized by his contemporaries" (Povarov); künstliche Intelligenz *avant la lettre*

- Begründung der Vermutung, daß „intelligente“ Vorgänge mechanisierbar sind - "artificial intelligence" *avant la lettre*

- schließt Karsakov an Ernst Kapps und Marshall McLuhans "Prothesentheorie" der Medien an: "Just as the telescope and the microscope provided the additional power to our eyes, the intellectual

machines would limitlessly strengthen the power of our thought (mind)" - "das sublimste Organ des Menschen, das alle anderen Organe steuert" - "as soon as distinguished scientists apply their knowledge to studying the principles of this process and compose the tables necessary for its application in various fields of the human knowledge" = Karsakov 1832: 8, Übersetzung Povarov

- Karsakov 1832: 9 ff.: Anleitung zum Bau solcher Maschine: erst sprachliche als "Erklärung der Figuren, die Modell dieser Maschinen darstellen", dann als Blaupause

- fünf "Intellektuelle Maschinen" von Karsakov (das "Homeoskop mit nicht-bewegenden Teilen", das "lineare Homeoskop mit beweglichen Teilen", das "flache Homöoskop", das "Ideoskop" sowie der "einfache Komparator"), sollten dem Vergleich von Attributen / Eigenschaften / Symptomen komplizierter Begriffe dienen, die vorher in einer speziell ausgefertigten/zusammengestellten Tabelle symbolisch fixiert werden; kombinatorische Logik von diesem Speichermedium materiell affiziert; Tradition barocker Wissenstechniken, die zur Erzeugung von neuem Wisesn auch das Papier zerschnitten und Tabellen, Kolonnen, Kreisscheiben ebenso wie den Aufbau von Tabellen- und Ringscheiben-Kalkulationen entwickelten; Stefan Rieger, Speichern/Merken. Die künstlichen Intelligenzen des Barock, München 1997, 104 ff.

- 24. Oktober 1832 lehnt St. Petersburg Karsakovs Antrag auf Projektierung der Maschine ab; Russische Zeitschrift mit der Reaktion der Wissenschaftsakademie: M. I. Radovski, Aus der Geschichte der Rechengeräte (anhand von Material der Wissenschaftsakademie der USSR*), in: Istoriko-matematičeskie issledovanija [= Historisch-mathematische Forschungen], Bd. XIV, Heft 4, red. G. F. Rybkin u. A. P. Juškevič, Verlag Fizmatgiz, Moskau 1961, 551-586; Reaktion der St. Petersburger Wissenschaftsakademie auf Korsakovs Antrag

- St. Petersburg; hat Akustiker Chladni 1794 an der dortigen Akademie seine Experimente mit Klangfiguren und sein Klanginstriment *Euphon* vorgeführt. J. Wishnegradski lehrt in St. Petersburg Ingenieurswesen und entwickelt zwischen 1876 und 1879 frühe kybernertische Mechanismen = J. Wischnegradski, Über direktwirkende Regulatoren, in: Civilingenieure Bd. 28 (1877), 95-132; später am physikalischen Institut der Konstantinschen Artillerieschule elektrochemische und -physische Experimente durchgeführt, die zur Entwicklung des Rosingschen Fernsehers führen; Siegfried Zielinski, Archäologie der Medien. Zur Tiefenzeit des technischen Hörens und Sehens, Reinbek b. Hamburg (Rowohlt) 2002, Kapitel 6 ("Gastev"), bes. 272

- ausführliche Begründung der Ablehnung ruft in differenzierter Form den damaligen Widerstreit zwischen Mechanik und Mathematik, zwischen allgemeinen und speziellen Methoden, zwischen Papiermaschinen (Tabellen) und Rechenmaschinen auf den Plan; in England auch Babbage

- St. Petersburger Kommission "missed its potential possibilities for mechanizing the searches in huge volumes of information, as well as its potential for diverse analytical research" = Povarov 2001: xxx; Gegenstand der Bewertung vielmehr praktische Umsetzbarkeit und nicht das techno-epistemische Potential

- Praxis der Notation in Zeilen und Spalten, welche die Basis für eine ganze Produktionstechnik der Neuzeit bildet; "Geschichte des *Textile Processing* als multi-mediales Dispositiv der Text- und Gewebeerzeugung von Vaucanson und Jaquard bis zu Babbage" = Klotz 1999: 242 als Syntax des Prozeduralen

- praktische Ausführung des Idees Korsakovs mit Hilfe von seiner mechanischen Konstruktion unplausibel; die von ihm entwickelten logischen Akte zur Klassifizierung, Auswahl und Vergleich werden heute von statistikerzeugenden und tabellisierenden Maschinen in der Tat vollzogen: "Tabelliermaschine" Hollerith, und elektronisches Gerät Computer

Mathematik *versus* Medium

- *arché* nicht allein historisch gemeint als Suche nach den zeitlichen Ursprüngen, sondern ebenso "die Wurzel aus ..."; umfaßt Medienarchäologie nicht allein Technik, auch mathematischen Begriff von Medienvorgängen; 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" = Novalis, Das Allgemeine Brouillon. Materialien zur Enzyklopädistik, in: ders., Schriften, hg. v. Paul Kluckhohn / Richard Samuel, Bd. 3, Darmstadt 1983 - bzw. die in technische Operationen gewendete Mathematik

- symbolische Operationen (basiert auf diskreten Alphabeten, mathematische oder musikalische Notation); andererseits analoge Medienvorgänge, Mechanik, Phonographie

- kodierte Artikulation eine symbolische Operation; basiert Sprache als ausgesprochene auf Tonschwingungen, Lautstärke, physikalischen (mithin analogen) Parametern, von deren Unschärfen in Mustererkennung von Lauten beim Dekodierungsvorgang weitgehend abgesehen

- obsiegt die symbolische Ordnung, insofern sie im Computer alle anderen nicht-symbolischen Signalereignisse (in "analogen Medien") zu simulieren vermag; setzt diese Ordnung aber immer selbst auf Hardware, auf Physik auf, der tatsächliche Computer im Vollzug

Im Wechselspiel von Hard- und Software

- stellt Rechenmaschine organisierte Materie, der Computer aber materialisierte Organisation dar, freie Adaption der Unterscheidung von OM und MO in: Regis Debray (Hg.), Cahier de Médiologie No. 6 ("Pourquoi des médiologues?"), Paris (Gallimard) 1998

- Claude E. Shannons Leistung Nachweis, daß sich die Aussagenlogik George Booles schaltungstechnisch realisieren ließ, mithin also mathematische und philosophische Logik durch Ingenieure implementierbar in die Welt real operativer Maschinen. Privilegieren Computer die binäre Logik nur deshalb, weil ihre (ursprüngliche) Relais-Technik danach verlangte und damit eine beschleunigte Berechnung (*computing* / Mathematik) ermöglichte? alternatives Computing möglich, wenn nicht mehr die Mechanik der Rechenteile entscheidend ist; gehen Denken und Symbolsysteme neuartige Kopplungen mit technifizierter Materie ein; Entwicklung sogenannter intelligenter Werkstoffe (*smart materials*)

Das Medienwerden von Notationen und Schaltungen

- schlagen Begriffe der Medientheorie gelegentlich um in mathematische, diagrammatische und (elektro-)technische Terme; Operativwerden diagrammatischer Notationen gehört zu den wesentlichen Vollzugsweisen technomathematischer Medien; Präfix *dia-*: Diagrammatik hat eine durchgehende, vektorielle Dimension; hat Charles Babbage mit seiner "Symbolical Notation" eine Analytische Rechenmaschine auf Papier in Bewegung versetzt. Diagrammatische Maschinen sind Zeitereignisse und Zeitfolgen. "Papiermaschinen" (Alan Turing) oszillieren zwischen symbolischer Notation und physikalischer Implementierung, zwischen Punkt, Fläche und Verraumzeitlichung. Operativ werden ihre Schemata erst in der Verzeitlichung durch Maschinen.

- 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; Frieder Nake, Das algorithmische Zeichen und die Maschine, in: Hansjürgen Paul / Erich Latniak (Hg.), Perspektiven der Gestaltung von Arbeit und Technik. Festschrift für Peter Brödner, München / Mering (Rainer Hampp) 2004, 203-223

Logik, Schaltung

- *current* nicht Diskurs, sondern Strom; in Schaltung konvergieren Logik + Elektrizität. Elektrotechnische Schaltungen (Verdrahtungen) sind nicht-diskursiv, nicht verhandelbar verfaßt - kleinste Unschärfen, und schon läuft nichts, empfängt kein Radio. Insofern sind Schaltpläne keine Texte, sondern Diagramme, dem Blockschema der Programmierung näher denn einer Rede. Aber was durch eine Schaltung fließt, ist Strom - mit Lacan die

"Fee Elektrizität", englisch *current*, die andere Seite des Wortbegriffs Dis-*kurs*; Ordnung der Schaltelemente ist eine symbolische, hier der Logik näher

- Schaltpläne vom ikonischen zum logischen (diagrammatischen) "Bild" der Elektrotechnik; Otto Müller, Einführung in die symbolische Methode der Wechseltromtechnik (Die komplexe Vektorrechnung), Leipzig (Fachbuchverlag) 1951; darin einmal die graphische Darstellung der Wechselstromgrößen (Zeigerschaubild), 1 ff.; "Zeitvektoren" = 5; die symbolische Methode (unter Bezug u. a. auf O. Heaviside, in: Electrician 1886/1887); erstmals von Helmholtz 1878 für Probleme der Fernsprechtechnik: "Der Zweck der symbolischem Methode liegt darin, die Diagramme von Zeitvektoren rechnerisch zu behandeln. Es handelt sich also darum, gewissermaßen das Vektordiagramm in die Sprache der Analysis zu übersetzen" <8>

- Feldeffekt-Technik (FET-Speicher); dynamische Speicherzellen: 1 Schalttransistor plus 1 Speicherkondensator, i. U. zu Speicherschaltungen sind Logikschaltungen in der Lage, Informationen nach vorgegebenen Regeln zu verarbeiten (integrierte Logikschaltung), millionenfache Gatter

- "Anfertigen einer gedruckten Schaltung", in: Gerhard O. W. Fischer, Heimlabor für den Amateuer-Elektroniker, Stuttgart-Botnang (Frech) 1973, 6-10

- M. A. Bonch-Bruyevich, The Combined Characteristics of Cathode Relais (*abstract* des Berichts auf dem Treffen der Russischen Gesellschaft der Radio-Ingenieure, 27. April 1918, publiziert in: Telegraph and Telephone Communications Without Wires = engl. Übers. aus dem russ. Titel der Zeitschrift: Telegrafiya i telefoniya bez provodov, St. Petersburg 1918>, in: Trogemann / Nitussov / Ernst (Hg.), Computing in Russia, Braunschweig (Vieweg) 199xxx, 73-75

- Labyrinthe der Elektronik (Chip-Technologie, Entscheidungsbäume), aus: Werner Künzel (Hg.), Denken und Reisen, Berlin 1993, 153 f.

- Differenz des Digitalen liegt in der Verzeitlichung des 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" = Bernhard Siegert, Passage des Digitalen. Zeichenpraktiken der neuzeitlichen Wissenschaften 1500-1900, Berlin (Brinkmann & Bose) 2003, 9; tatsächlich dazwischen aber "time of non-reality" (Wiener); auch der symbolische Code 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 Sychronzeit - hergestellt werden muß

- oszilliert jede Archäologie des Computers zwischen diesen Polen: „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" = Gellius N. Povarov, Logic, Automation and Computing. The Rise of Russian Technical Logic, in: Trogemann u. a. (Hg.) 2001: 63-70 (68)

- waren erste auf Siliziumkristall integrierte monolithische Schaltungen Logikschaltungen, 1958-60 Kilby / Noyce; Zahl der Transistoren von 10 (1960) bis 10 Millionen (1988)

- "Flip-Flop"; Jacques Lacan über die kybernetische "Tür", aus: Lacan 1955/1999: 411-415

- beschreibt Martin Heidegger es 1959 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" = Martin Heidegger, Das Wesen der Technik, in: ders., Vorträge und Aufsätze [1954], 2. Aufl. Pfullingen (Neske) 1959, 24, mithin Schaltkreise und kybernetische Operation mit den Optionen "geschlossen" und "offen" im Sinne von Relais

Maschinen schreiben: Babbages symbolische Notation und Reuleaux' Kinematik

- Franz Reuleaux, Theoretisch Kinematik. Grundzüge einer Theorie des Maschinenwesens, Braunschweig (Vieweg) 1875, Kap. VII "Kinematische Zeichensprache" (243-271) sowie Kap. VIII "Kinematische Analyse" (272-281)

- harte Arbeit am Begriff der Techno/logie: Hardware programmieren; Charles Babbage, Über eine Methode, Maschinenabläufe durch Zeichen auszudrücken (1826), in: Babbages Rechen-Automate. Ausgewählte Schriften, hg. u. übers. v. Bernhard Dotzler, Wien / New York 1996, 205-221 [EO: On a method of Expressing by signs the action of machinery (1826)

- hat sich Gottlob Frege an einer "Formelsprache des reinen Denkens" versucht, mit der er auch elektrische Schaltungen anschreibbar macht = Gottlob Frege, Begriffsschrift. Eine der arithmetischen nachgebildete Formelsprache, Halle (Nebert) 1879, iv u. 33; W. Hoering, Frege und die Schaltalgebra, in: Archiv für mathematische Logik und Grundlagenforschung, Nr. 3 (1957)

- sieht Leibniz in den Operationen der Vernunft eine fortwährende Ersetzung von Symbolen - ob Worte, Zahlen oder Bilder. Lassen sich Charaktere finden, die alle Gedanken ebenso exakt auszudrücken vermögen wie Zahlen die Arithmetik und Linien die geometrische Analyse, läßt sich für alle der Vernunft zugänglichen Objekte (eine Turings

Berechenbarkeitspostulat affine Einschränkung) das erzielen, was in Arithmetik und Geometrie schon praktiziert wird; können alle Fragen, die des Denkens bedürfen, durch Transformationen dieser universalen Symbolschrift in einem Kalkül behandelt und eleganten Lösungen zugeführt werden

Symbolisierung der Maschinen und Papiermaschinen: "mechanical notation"

- entwirft Babbages "mechanical notation" als Maschinenschrift ein "Timing Diagram" ebenso wie ein "Flow Diagram"; mithin also nicht schlicht eine Alphabetisierung der Maschine, sondern auch ihrer zeitdiskreten Prozessualität; Kritik Reuleaux' an Babbages "Notenschrift" für Maschinen (Reuleaux 1875: 246); Ernst Kapp, Grundlinien einer Philosophie der Technik, Braunschweig 1877, Kap. X "Die Maschinentechnik", 165ff (über die "theoretische Kinematik" von Reuleaux); zum technischen Zeichnen Bruno Latour, Drawing Things Together, in: Andéa Belliger / David J. Krieger (Hg.), ANThology. Ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie, Bielefeld (transcript) 2006, 294 f.

- situiert Reuleaux seine Zeichensprache in Differenz zu einer 1875 "wenig gekannten kleinen Schrift" = Reuleaux Kinematik I, 1875: 246, nämlich Charles Babbages *On a method of Expressing by signs the action of machinery* (1826) als "mechanical notation" = Charles Babbage, On a method of Expressing by signs the action of machinery (1826); Marx' *Maschinenfragment.* "The Mechanical Notation was a 'system of signs for th exexplanation of machinery ... by which the drawing, the times of action, and the trains for the transmission of force' were expressed in a 'language at once simple and concice' [...]. The grammar and syntax of the mechanical work - and thought - preceded mechanization" = British Library Add. 37195, Babbage Correspondence, f. 80. Draft letter, Babbage to Lord Derby, 1 June 1852, zitiert hier nach: Jon Agar, The Government Machine. A Revolutionary History of the Computer, Cambridge, Mass. / London (M.I.T. Press) 2003, 41 u. 445 (Anm. 103); operative Diagrammatik in den Worten von Babbage, doch gilt eine Einschränkung (die Turings Beschreibung der "discrete states" der symbolischen Rechenmaschine in anderen Worten / Zeichen vorwegnimmt): "Die Beschreibung einer Maschine mithilfe von Zeichnungen kann diese jeweils nur in einem einzigen Zustand ihrer Abläufe darstellen" = Babbage 1826: 205; hier zitiert nach: Bernhard Dotzler, Diskurs und Medium. Zur Archäologie der Computerkultur, München (Fink) 2006, 183

- entwickelt Bentham symbolisches Verfahren in *Rationale of Evidence* zwischen 1802 und 1812, paraphraisert von Stephen, *The English Utilitarians*, vol. 1, p. 272: "The ideal language would resemble algebra, in which symbols, each representing a given numerical value, are connected by the smallest number of symbols of operation, +, -, =, and so forth. To set such statements side by side, or to modify thgem by inserting different constants, is then a comparativeley easy process, capable of being regulated by simple general rules" = Stephen, zitiert hier nach Agar 2003:

445, FN 103; demgegenüber Karl Marx: "Schneidet man in eine Masachne, kommt das Blut der Arbeiter dabei heraus" = xxx

- *operative (Dia-)Grammatik*: William J. Ashworth, Memory, efficiency, and symbolic analysis: Charles Babbage, John Herschel, and the industrial mind, in: Isis 87 (1996), 629-653 (629), zitiert in Agar 2003: 445, FN 104. Insofern ist die von Sterling und Gibson entwickelte Vision eines viktorianischen Computerzeitalters keine reine Science Fiktion (da hier die thermodynamische *Differenz* zwischen dampfkraftbetriebenen und elektronischen Computern in aller Konsequenz buchstäblich "zählt"), sondern auf der symbolischen Ebene tatsächlich realisiert, denn der heutige Leser zieht diese symbolischen Notationen aus Babbages Feder gleichursprünglich nach; Doron Swade, über die zeitversetzte maschinelle Realisierung als "Vollendung" von Babbages *Difference Engine No. 2* aus Anlaß von Babbages 200. Geburstags im Science Museum, London:

- operiert Computer aus medienarchäogischer Perspektive in ahistorischen Zuständen. Für die von Babbage entworfenen Protocomputer aus dem 19. Jahrhundert stellt sich die Frage ihrer angemessenen Temporalisierung: Sind sie medienarchäologisch oder historisch zu behandeln? Ein tatsächlich gebauter Kern der Difference Engine Nr. 1 (basierend auf dem technomathematischen Prinzip der *finiten* Differenzen) wurde 1862 auf der Weltausstellung in London zur Vorführung gebracht; der detaillierte Entwurf von Nr. 2 aber existierte seit 1849 solange als Papiermaschine, bis daß aus Anlaß von Babbages 200. Geburtstag 1991 zumindest die arithmetische Einheit im Londoner Science Museum nachträglich realisiert wurde - "a modern original of an old design" = Doron Swade, Virtual Objets. Threat or Salvation?, in: S. Lindquist / M. Hedin / U. Larsson (Hg.), Museums of Modern Science, Canton, Mass. (Science History Publications) 2000, 139-147 (142). Hier geraten die den Museumskuratoren und Restauratoren antiker Medienmaschinen vertrauten medienzeitlichen Begriffe durcheinander. Digitalrechner als *per definitionem* symbolische Maschinen unterscheiden sich von technischen Zeichnungen traditioneller Art durch einen neuen Typus der Papiermaschine, dessen Zeitweise der klassischen Medienhistorie enthoben ist, denn er kann auf seiner wesentlichen Ebene verlustfrei (und als Software) repliziert werden: "Logical simulation as a virtual object in some respects surives the forensic test of historical utility" = Swade 2000: 146. "Turing [...] argued that what defined a computer was not the mdium of its physical implementation but the logical rules that define it" = ebd.; literarisches Experiment spielt es als bewußten Anachronismus durch: die Annahme, der Computer hätte sich bereits im viktorianischen England als das modellbildende Medium durchgesetzt; Asymmetrien zwischen gesellschaftlichen Diskursen und technischer Aktualität = William Gibson / Bruce Sterling, The Difference Engine, London (Gollancz) 1990; dt.: Die Differenzmaschine, München 1992

Schaltalgebra

- Kulturtechniken des "Aus- und Einschließen" von Institutionen und Praktiken her vertraut; die Tür (siegrtl; treten Apparate und technische Operativität nicht schlicht hinzu, vielmehr Transformation; sucht die archivkybernetische These Gedächtnistechnologie und Medientheorie zu verbinden

- Begriff vom "kybernetischen Opfer" behandelt dasjenige, was durch kybernetische Operationen ausgefiltert wird. Kybernetik als Wissenschaft und Praxis von Steuerungsprozessen. logisch ebenso wie physikalisch (Shannons Implementierung der Bool´schen Logik als Schaltung, elektrotechnisch); welche Signale durch kybernetische Logik und Ästhetik hochtechnisch präzise ausgeschlossen werden; analog/digital-Differenz und die damit verbundenen Filterprozesse

- Schaltalgebra anhand Relaiskontaktschaltung erläutern, die zwischen Arbeitskontakten (Schließer) und Ruhekontakten (Öffner) unterscheidet = Klaus (Hg.) 1969 I: 542. Ruhe und Öffnung heißt hier, daß kein Strom fließt; umgekehrt schließt Strom den Kontakt - also invers zur Logik klassischer Archiv-Türen

- Verschlußmechanismen als Verschränkung von Mechanik und Code; damit deutlich, daß Archiv kybernetisch geregelter Raum

- hat Jacques Lacan 1955 Programmierbarkeit von Hardware an eben diesem Beispiel der Tür beschrieben: das Symbol, an dem sich durch das Kreuz, das Öffnung und Schließung verkreuzt, "der Durchgang des Menschen immer wird erkennen lassen. Seit dem Augenblick nun, da man die Möglichkeit gemerkt hat, beide Züge der Tür aufeinanderzulegen und das heißt Schaltkreise als solche zu realisieren, bei denen etwas gerade dann durchgeht, wenn sie geschlossen sind" = Jacques Lacan, Le séminaire, livre II: Le moi dans la théorie de Freud et dans la technique de la psychoanalyse. Paris 1978, 347 (freie Übersetzung Friedrich Kittler, in: Hardware, das unbekannte Wesen), treten an die Stelle von Institutionen elektrifizierte Automaten: "Dank dem elektrischen Stromkreis und dem mit sich selbst verschalteten Induktionskreis, das heißt dank dem, was man ein *feed-back* nennt, genügt´s, daß die Tür sich schließt, damit sie sogleich durch einen Elektromagneten wieder in den Zustand der Öffnung versetzt wird, und das ist von neuem ihre Schließung und von neuem ihre Öffnung" = Jacques Lacan, Psychoanalyse und Kybernetik oder Von der Natur der Sprache, in: Seminar, Buch 2: Das Ich in der Theorie Freuds und in der Technik der Psychoanalyse, Weinheim / Berlin 1991, 373-390; hier zitiert nach dem Wiederabdruck in: Lorenz Engell u. a. (Hg.), Kursbuch Medienkultur, Stuttgart (DVA) 1999, 405-420 (414)

- heißt Kontaktschluß als technische Modellierung der logischen Funktion "wahr" (denn er stellt eine Konjunktion zwischen den Schaltelementen technisch her, so daß der Strom fließen kann); umgekehrt "falsch"; entscheidend das Schaltelement, "das den Fluß der Wirkungen bzw. Informationen in dem betreffenden System freigeben, sperren oder ändern kann" = Klaus (Hg.) 1969 I: 548; "die Signalwerte 0 und 1 sind Schaltfunktionen" = 549

- läßt demgegnüber drei-(oder gar mehr)wertige Logik auch Zwischenwerte zu, die in der zweiwertigen Logik unter den Tisch fallen. Reste an Wahrheit? "Der bekannteste Fall ist, diesen Wahrheitswert im Sinne von `unbestimmt´ zu deuten", oder auch als "möglich", kommentiert das Wörterbuch der Kybernetik = Klaus (Hg.) 1969 I: 392 - keine strikte Logik mehr, aber eine Schnittstelle zur Quantenphysik immerhin. In der Schaltalgebra lenkt die dreiwertige Logik die Aufmerksamkeit auf jenen Rest-Zustand eines Relais, der in der binären Logik nicht beachtet wird; tatsächlich kann ein Kontakt im Prinzip nicht nur zwei, sondern drei Zustände annehmen: "den Zustand des Geschlossenseins, des Geöffnetseins und den Zustand des Aufenthalts zwischen diesen beiden Entstellungen. Dies muß vor allem berücksichtigt werden, wenn vom Zeitverlauf des Schließens und Öffnens der Kontakt nicht abstrahiert werden kann" = Klaus (Hg.) 1969: 393 - wenn es sich also (im Unterschied zur klassischen Regelungstechnik) um zeitkritische Prozesse handelt - der Fall elektronischer Medien

- Suchmaschinen im Internet, die mit Boolschen Operatoren suchen lassen: was damit nicht findbar ist, es sei denn mit "fuzzy search"

- bloß metaphorisch gegenüber dem operativen Zwischenspeicher (RAM): der "Papierkorb" auf MacIntosh Interfaces / DeskTop-Metapher; Moratorium, différance, Aufschub des Abfalls, Verzeitlichung dieser Geste des Wegwerfens, Reversibilität

- Booklet zu einem frühen Nokia-Mobiltelephon unter Rubrik "Organisieren von Mitteilungen" der Hinweis darauf, daß gelesene, aber nicht gelöscht Mitteilungen zunächst in einem Ordner verbleiben. Ist dieser randvoll, verlangt er nach Löschung: "Um sicherzustellen, dass bestimmte Mitteilungen nicht überschrieben werden, sobald der Speicher für die Mitteilungen voll ist, bzw. wenn Sie Ihre Mitteilungen genauer sortieren möchten, können Sie einige Mitteilungen in den Ordner *Archiv* verschieben oder im Menü *Mitteilungen* neue Ordner hinzufügen." In der Tat, das Archiv ist ein Beiseiteschieben zweiter Ordnung: nicht neben der aktualen Prozessierung (Registratur im Amtsdeutsch von Akten in Verwaltung bei Behörden), sondern neben der (Alt-)Registratur; Begriff der "Altregistratur" archivwissenschaftlich umstritten, oszilliert zwischen aktualer Operativität (Behörde) und Segregierung (Archiv)

- dort ist Macht, wo nicht erzählt wird; Archiv erzählt nicht, es registriert, daher: keine metaphorische Angleichung an Funktionen der menschlichen Erinnerung (also Anthropomorphisierung)

Exkurs: Rechenmaschinen

- "[...] 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" =

Howard Aiken, 1956, The Future of Automatic Computing Machinery, in: Elektronische Rechenanlagen und Informationsverarbeitung (Darmstadt), 33

- M. S. Tukatschinski [1958], Maschinen als Mathematiker, übers. v. Karl-Heinz Rupp, Berlin (VEB Dt. Verl. d. Wissenschaften) 1960; wird Logik operativ in Rechenprozessen, wenn sie der arithmetischen Kalkulation dienen

- Verbindung von theoretischer Schau (Theater) und maschinellem Vollzug im Titel von J. Leupolds *Theatrum arithmetico -geometricum, das ist: Schauplatz der Rechen- und Meßkunst* (Leipzig 1727)

- Mechanisierung von Mathematik nicht nur eine Frage des Kalküls und der Programme, sondern auch der Hardware: Thema der Medienarchäologie, nämlich die Strukturgeschichte des Verhältnisses von Logik und Maschinen; Fortführung dieser Mechanik in elektronischen Rechnern, die nicht das ganz Neue darstellen, sondern eine elektronische Implementierung der Mechanik selbst

- wird Hardware-Abhängigkeit von Rechnern am Beispiel des Übertrags beim Addieren evident, erschließt sich jedoch erst vor einem kulturtechnischen Hintergrund; Problem trat erst auf, nachdem die (römische) Bündelung von Zahlen durch das indische Stellenwertsystem ersetzt (nur mit Nullen, dem Wort für "Ziffer", realisierbar); Abakus keine Rechenmaschine, da er keinen Übertrag leistet, im Unterschied zur Maschine Schickards, die - so derselbe 1623 an Kepler - "ganz von selbst" überträgt (mithin der Begriff des *Automaten*). Schon hier Taktung, die "Rechenuhr"; bedarf es der Energieübertragung, greift für Zahnräder nur bis bestimmter Anzahl; mathematischen Zehnerübertrag in Rechenmaschinen umzusetzen ein nicht nur technikhistorisches Problem; Rechenmaschine Blaise Pascals scheitert an der Form der damaligen Zahnräder, die nur einen begrenzten fehlerfreien Übertrag erlauben, so daß er ein anderes System erfinden mußte, das Energie durch Gewichte in diskrete Einheiten spaltet und erst so den Übertrag als mechanische Übertragung möglich macht; Übertrag später elektronisch-binär implementiert, als Schaltung mit Halbleitern

- Mechanisierung von Mathematik nicht nur eine Frage des Kalküle und Programme, sondern auch der Hardware - das große Thema der Medienarchäologie, d. h. eine Strukturgeschichte des Verhältnisses von Logik und Maschinen; Transformation dieser Mechanik in elektronischen Rechnern, die hinsichtlich der Speicherung nicht schlicht eine elektronische Implementierung uralter Mechanik darstellen

- bezeichnet Charles Babbage das Rechenwerk seiner *Analytical Engine* als "Mill", als Mühle; angetrieben durch Dampfkraft; Computer im Wesentlichen mechanisierte Logik; kybernetischer Informationsbegriff setzt sich über die Beschränkungen von Materie und Energie hinweg

Logische Maschinen (Karsakov; Logikus)

- technische Zeichnungen aus Karsakof 1832; Nachbau der Karsakov-Maschine, Spezifikation; Syllogismus; Tihamér Nemes, Logische Maschinen, in: ders., Kybernetische Maschinen, Kap. 3.11., Stuttgart 1967, 82-91 [Jevons´ "Logisches Piano"]

- oszilliert Archäologie des Computers zwischen diesen Polen: „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" = Gellius N. Povarov, Logic, Automation and Computing. The Rise of Russian Technical Logic, in: Trogemann u. a. (Hg.) 2001: 63-70 (68)

Vergleichbare Maschinen von Lull bis Babbage

- Karsakovs Entwurf eines begriffsverarbeitenden, mithin also algebraischer und - im Unterschied zu Thomas´ *Arithmomètre* - nicht schlicht arithmetischer Maschinismus; keine isolierte Frucht aus dem ideengeschichtlichen Himmel, sondern Glied in einer eher losen denn festen Kopplung logischer und technischer Entwicklungen beim Versuch, kognitive Operationen Maschinen zu übergeben. Mit Karsakovs Entwurf damit epistemologisches Tuch faßbar, darin - gleichsam aus dem Jacquard-Webstuhl - Drang zum Digitalen selbst eingewebt

Alphabetische Maschinen

- alphabetische Schrift für Mediengeschichte nicht nur vorrangig, sondern in jedem Sinne vorgängig; als Kulturtechnik eine *Em*möglichkeitsbedingung kombinatorischer Maschinen, die dann - im medienarchäologischen Sinne - eskalieren; meint Vorgängigkeit ein zeitverhältnis, das dennoch ahistorisch ist, *arché* als Möglichkeitsbedingung

- bilden Buchstaben etwas, das "nicht mehr der Art nach in Verschiedenartiges teilbar ist" = Aristoteles, Metaphysik 1014a; vokalalphabetische Analyse poietischer Sprache (Homers Prosodie) wird medienaktiv (und damit Bestandteil von Mediengeschichte als -archäologie im engeren Sinne), sobald sie selbst synthetisiert - Aristoteles´ Syllogistik und die logische Maschine Raymund Lulls

Ramon Lull

- verfaßt Ramon Llull 1308 seine *Ars brevis* als Kurzversion der *Ars generalis ultima*; Llulls *Ars* anders als die Turing-Maschine eine auf aktive Partizipation des Lesers angewiesene Anordnung ("kalt" im Sinne McLuhans): "keine sterile Wundermaschine, die ihrem Anwender ohne dessen Zutun die Geheimnisse der Wirklichkeit erschließt, [...] / sondern erfordert neben einer gewissen Virtuosität im Umgang mit ihren Prinzipien und Figuren die persönliche geistige Anteilnahme und Anstrengung ihres

Anwenders" = Einführung, in: Raimundus Lullus, Ars brevis (lateinisch-deutsch), übers. mit e. Einf. hg. v. Alexander Fidora, Hamburg (meiner) 1999, xxx f.

- mechanisiert Lullus ein eigentliche logisches Verfahren (Aristoteles´ Syllogismus) in tatsächlicher Hardware (und sei es Buchpapier, in Kreisen drehbar); wird eine Begriffskombinatorik mechanisiert und generiert auf formalem Weg nach eigenem Recht (nach technischer Eigenlogik, also Technologie) sinnvolle Begriffskombinationen; wird aus Syllogistik Technologie

- Llulls Kreisscheiben mit Gotthard Günthers Kenogrammatik zusammenbringen (Tore Langholz); aus medienarchäologischer Sicht die Epistemologie, welche Historiker unter "Mittelalter" fassen, überschritten respektive unterlaufen im Sinne einer anderen Zeitlichkeit materialisierter Logik / logischer Maschinen; Scholastiker wie Oresme eher prä-kartesischer "Vorfrühling der Moderne" denn spätes Mittelalter (Ulrich Taschow); Kulturtechniken vergangener Epochen nicht terminologisch fehladressieren, nicht anachronistisch auf Epochen rückprojizieren, die vor dem Diskurswerden des technischen Medienbegriffs liegen

- träumt Stéphane Mallarmé von einem Buch der Bücher, dessen verschiedene Teile jeweils mit einem Buchstaben, einem Wort, einem Satz beginnen, die einer kombinatorischen Permutation unterliegen; unklar bleibt, ob hiermit verborgene Beziehungen offengelegt werden sollen (die Buchmaschine als aktiver Medienarchäologe), oder ob Bedeutungen (im Sinne Lacans) erst durch die maschinale Insistenz der Buchstabenkombinatorik selbst generiert werden; kann sich zwar Mallarmé als Sprach-Ingenieur verstehen, der über einen Mechanismus verfügt, denkt jedoch das Maschinische nicht wirklich technologisch, nicht im Sinne der Hochzeit von Symbolen und Maschine namens Computer.

- setzt John Cage den Zufall (durch Würfelwurf etwa) beim Komponieren ein, um sich von der eigenen Subjektivität zu entlasten; inspiriert hierfür durch das chinesische I-Ging, das Leibniz zu seiner binären Theosophie von Null und Eins inspiriert und theologisch damit auch beschränkt

- in Altgriechenland die Zahl noch in Vokalalphabet eingebunden, mit allen epistemischen Chancen und Beschränkungen; kann die Zahl erst mit dem arabischen Ziffernsystem in einem Stellensystem in den Rang kombinatorischer Operationen treten, wie aus der Syllogistik vertraut. Alphanumerik aber ist Lull noch fremd, ebenso wie die damit in Bedingung stehende Null als Wert im Stellenwertsystem; macht Francis Bacon 1620 den Vorschlag für ein Binäralphabet, mit dem sich Buchstaben als Zahlenwerte kodieren lassen. Wenn alle Lettern mit den kombinierten Ziffern 0 und 1 notierbar, läßt sich umgekehrt mit Lettern rechnen; hinter dem vordergründigen Zweck von Bacons Technik, der Kryptographie, schreibt sich hier eine neue *epistemé*

- Werner Künzel / Heiko Cornelius, Die *Ars generalis ultima* des Raymundus Lullus. Studien zu einem geheimen Ursprung der Computertheorie, 5.,

bearb. u. erw. Aufl. Berlin (Ed. Künzel) 1991; sucht Lull durch mechanisierte Verfahren herauszufinden, was wahr und was nicht wahr ist; kombinatorische Prozedur und mechanisches Artefakt als Methode

- Karsakovs Entwurft einer Ideenmaschine 1832, die ebenfalls keine Rechenmaschine darstellt, sondern eine begriffslogische Kombinatorik leistet

- schreibt Lullus von "machina"; fixierte Scheibe mit 16 Attributen Gottes (qualitativ), am Rand aufgeschreieben. schmalere Scheibe rotiert um dasselbe Zentrum; eine Verdopplung der festen Scheibe. Damit allo Kombinatinen von Gotteigenschaften ablesbar; Ringe tatsächlich auch im Buch gebaut; Begriffe durch Buchstaben abgekürzt; z. T. aus Pergament, z. T. aus Metall

- syllogistisches Prinzip eine vor-algorithmische Prozedur, aber logische Maschine. Mechanisierung oder Maschinisierung? Rameau (Ramus), Topik-Maschine

- "Lull's contribution to atomism was to invent the first device for mechanically calculating combinations of a few basic terms" = Alice R. Burks / Arthur W. Burks, The First Electronic Computer. The Atanasoff Story, Ann Arbor (Univeristy of Michigan Press) 1989: 327; epistemologische Bedingung für die Denkbarkeit dieses Modells Atomistik (Demoktrit), und Alphabet (*stoicheia*); Derrick de Kerckhove, Die atomare Kommunikation, in: ders., Schriftgeburten. Vom Alphabet zum Computer, München (Fink) 1995, 143-158

Symbolische Maschinen, algebraische Notation

- "symbolische Maschine" (mit Jacques Lacan) die “erste Maschine”, die auf leeren Platzhaltern basiert = Friedrich Kittler, Geschichte der Kommunikationmedien, in: Raum und Verfahren, Basel 1993, 169-188 (183 u. 186)

- verfaßt Charles Babbage 1826 seine Schrift *On a method of Expressing by signs the action of machinery* - weit jenseits von Degerandos *Essai sur les idées*; beschreibt Reuleaux Babbages Zeichensystem in seiner Kinematik I (1875) als eine Art "Notenschrift" <246> mit der Grundform "Tabelle". Für die Analytical Engine sind in den Zeilen die beweglichen und unbeweglichen Teile der Maschine eingetragen, in den Spalten für jedes der Maschinenteile u. a. die Zeit, "getaktet in einer unbegrenzten Reihe von Spalten. [...] Ihre entscheidenden Terme aber, die Bewgungsformen der Teile zu einem bestimmten Zeitpunkt" - mithin zeitkritisch -, "seinen (Babbages Anspruch zum Hohn) lediglich alltagssprachlich beschrieben: *durch die gewöhnliche Schrift und Redeweise*. [...] Mit anderen Worten: Babbages Notation is temporal, aber nicht modular" = Berz 0815: 176, unter Bezug auf: Reuleaux, Kinematik I: 246

- Babbages symbolischer Maschinennotation; mit Begriff "symbolische

Maschine" (Krämer) der diskrete Computer nicht vollständig erfaßt; vielmehr eine *symbolisch getakte Zeitmaschine*

Albertis Kryptographie

- antike Kryptographie (Cäsar) simple Verrückung des Alphabets um je einen Buchstaben; zählt Alberti demgegenüber die Häufigkeit aller einzelnen Bucshatben in Klartexten aus, um sie mit den Buchstabenhäufigkeiten im Kryptogramm zu vergleichen; "übertrug das elementare Prinzip von Gutenbergs Setzerkästen, die ja für häufige Buchsjtbane mehr Bleilettern als für seltene bereitstellen müssen und insofern immer schon Letternfrequenzanalysen sind" = Friedrich Kittler, Buch und Perspektive, in: Joachim Knape / Hermann-Arndt Riethmüller (Hg.), Perspektiven der Buch- und Kommunikationsgeschichte, Tübingen (Osiander) 2000, 19-31 (21); konstruiert Alberti vielmehr zwei konzentrische Ringe, die beide mit unterschieldich verwürfelten alphabetne beschfitet waren, so daß jede Drehung des äußeren Rings die Zuordnung zwischen den zwei Alphabeten veränderte. "Worauf der Geheimschreiber nur noch eine aktuelle Zuordnung ablesen und niederschreiben , gleich darauf aber den äußeren Ring um eine Stelle weiterrücken mußte" = Kittler ebd., 22

Leibniz 1646-1716

- beruft sich Leibniz auf Lullus in seiner *Dissertatio de Arte Combinatoria* (1666). Praktisch wird dieses Denktraining in seiner Vierspezies-Rechenmaschine von 1673; eine auf dem binären Zahlensystem beruhende Rechenmaschine bleibt Theorie

- plant Leibniz eine universale Sprache, in der Ideen und Aussagen algebraisch ausgesagt werden können; soll auf Primzahlen basierten, da die nicht weiter dekomponiert werden können; damit also alle Basiskonzepte ausdrücken

- kann jede Aussage durch algebraisch-arithmetische Sprache als Formel ausgedrückt werden / formulas could be transformed computationally, so that logical resasoing would be reduced to arithmetic computation

- Leibniz´ Dyadik (Reduktion von Dekadik), binäres Rechnen "Apotheose des Stellenwertsystems" (Peter Berz)

- Antwort auf Hardware-Problem seiner Rechenmaschine feinmechanische Staffelwalze, um Übertrag zu lösen; mechanische Unschärfe durch Diskretisierung weitgehend in Bereich der "non-reality" (Wiener) verbannt

- Leibniz´ Entwurf einer auf binäre Operationen reduzierte Rechenbmaschine, im Paderborner Heinz-Nixdorf-Museum aufgrund einer Leibniz-Zeichnung tatsächlich gebaut

- alles Denken als Zeichenoperationen, "whether these characters be words or symbols or pictures. ... if we could find characters or signs appropriate for expressing all our thoughts as definitely and as exactly as arithmetic expresses numbers of geometrical anyslisis expresses lines, we could in all subjects in so far as they are amenable to reasoning" - Turings Frage nach Berechenbarkeit - "accomplish what is done in Artihmetic and Geometry. For all inquiries which depend on reasoning would be performed by the transposition of charactes and by a kind of calculus, which would immediately facilitate the discovery of beautiful results. [...] And if someone would doubt my results, I should say to him: `let us calculate, Sir,´ and thus by taking to pen and ink" - Turings "Papiermaschine" -, "we should soon settle the question" = Leibniz (167?/1977: 337), zitiert nach Burks / Burks 1989: 328

- erweiterte Prothesentheorie: "Once the characteristic numbers of many ideas have been established, the human race will have a new organon, which will increase the power of the mind much more than the optic glass has aided the eyes, and will be as much superior to microscopes and telecopes as reason is superior to vision" = Leibniz 167?/1977: 396; zitiert nach Alice R. Burks / Arthur W. Burks, The First Electronic Computer. The Atanasoff Story, Ann Arbor (Univeristy of Michigan Press) 1989, 329

Condillacs Sprache des Kalküls

- besteht Wahrheit für Condillacs *Langue des Calculs* nur in den innerhalb des Denkens durch Zeichen ausdrückbaren Gleichungen = Wilhelm Windelband, Lehrbuch der Geschichte der Philosophie, Tübingen (4. Aufl.) 1907, 400

- "Mais si l'expérience prouvoit que l'homme ne peut penser qu'à l'aide des signes, il est manifeste que dans ce cas les idées innées aussi supposeraient le secours des signes. Or l'expérience nous prouve que nous ne pensons jamais qu'à l' aide des signes: tout homme qui pense, pense dans une langue quelconque, celle qui lui est la plus familière, (ordinairement sa langue maternelle); en sorte qu' on peut dire avec vérité que la meilleure preuve qu' on possède parfaitement une langue, c' est de pouvoir penser en cette langue sans la traduire en soi-même. Et l' on n'objectera pas que le mathématicien peut penser une formule algébrique immédiatement, sans employer aucun mot, sans se dire à soir-même plus, moins, multiplié, divisé, égal; car il ne peut penser sa formule sans les signes +, -, = &c. Donc supposé qu' il y ait des idées innées, elles neu peuvent êtrre présentes à l'ésprit sans le secours des signes" = F. de Castillon, MÉMOIRE touchant l'influence des Signes sur la formation des Idées, in: Mémoires de l'Académie Royale des sciences et Belles-Lettres, classe de philosophie spécul., 1799/1800, 3-28 (11)

- korrelieren *sentir* / *penser* mit "la présence immédiate de l'objet, & l'autre sa présence médiate, ou par le moyen d'un signe. [...] Donc penser doit signifier la présence médiate d'un objet, la présence non de l'objet même, mais d'un signe qui en tient lieu. [...] Tout être pensant doit pouvoir penser

le néant ou le rien, c'est-à-dire l'absence sinon par un signe, par quelque chose qui tienne lieu de cette absence?" = 12

- basiert Condillacs posthum (1798) publizierte *Langue des calculs* auf einer Theorie der Zeichen (*signes*); heißt Denken demnach *décomposition des phénomènes* und *composition des idées*: dazu erforderliche Isolierung der Bestandteile allein mit Hilfe verkörperter Zeichen, etwa als Sprache möglich; verschiedene Arten der Zeichen resultieren in verschiedenen Dialekten; unterscheidet Condillac Finger (Gebärden), Lautsprache, Ziffern, Buchstaben und die Zeichen der Infinitesimalrechnung; Logik als Grammatik dieser Sprachen

- *computare*: "Diese Methode [...] macht aus dem Denken ein Rechnen mit nur gegebenen Grössen. Dabei lehnt sie jeden Gedanken einer Beziehung dieser Daten auf die metaphysische Realität ab [...]. Die menschliche Ideenwelt wird vollständig in sich isoliert <Autopoiesis>, und Wahrheit besteht nur in den innerhalb des Denkens durch die `Zeichen' ausdrückbaren Gleichungen" = Wilhelm Windelband, Lehrbuch der Geschichte der Philosophie, Tübingen ^{4}1907, 400

- Arithmeum Bonn: dort Mechaniker, der antike Rechenmaschinen zurückbaut / repliziert

Babbage, Peirce, Karsakov

- bezieht sich Peirce auf Lulls Kombinatorik und Leibniz´ Plan, alle Gedanken auf Mathematik zu reduzieren, die ihrerseits auf wahr / falsch-Entscheidungen reduziert werden kann, durch manuelle Kalkulation; Peirce vertraut mit Babbages Plänen einer Analytic Engine als "general-purpose programmable computer". Peirces "relational logic was a bridge between truth-function logic and mathematics" = Burks / Burks 1989: 346; Difference Engine 1822; Analytical Engine von 1833/34

- sucht Peirce Elektromagnetismus zur Lösung mathematischer Probleme zu nutzen; "one would then have an electrical analytical engine" = Alice R. Burks / Arthur W. Burks, The First Electronic Computer. The Atanasoff Story, Ann Arbor (University of Michigan Press) 1989: 347; included Marquard's circuit diagram for both switching and memory

- realisiert Hollerith dann den elektrisch programmierbaren Rechner

- altgriechische Leistung, "daß sich die Symbole des Alphabets von ihrer phonetischen Funktion trennen und als ein System zur Klassifikation, Speicherung und zum Abrufen von Information nutzen lassen" = Postman 1992: 119; Charles Babbages Erkenntnis von 1833, daß Rechenmaschinen nicht nur arithmetische Operationen durchführen können, sondern sich programmieren lassen; gab ihm "Mechanisierung numerischer Operationen auch ein Mittel für den Umgang mit nicht-numerischen Symbolen an die Hand" = ebd.

- Analytical Engine speicherprogrammierbar und in der Lage, bedingte Verzweigungen zu rechnen; maschinale Rückkopplung: da Lochkarten im Rechenprozeß von der Maschine selbst gestanzt, bemerkt sie selbst, ob fehlerhaft programmiert

- Karsakovs Verfahren einer mit gelochten Tafeln gesteuerten Maschine; Datenverarbeitung zum Zweck von *intelligence*; stellt zeitgleich zur Veröffentlichung von Karsakovs Entwurf einer begriffsvergleichenden Maschine Charles Babbage in England seine *Analytical Machine* vor; basiert auf Dateneingabe und -(zwischen)speicherung durch Lochkarten und teilt damit eine wesentliche Eigenschaft mit Korsakovs Maschine: binäre Logik des Einrastens oder Nicht-Einrastens mechanisierter Information

- Prozessierung der Daten bei Babbage keine kombinatorisch-mechanische (bleibt Karsakov verfangen im mechanistischen Weltbild der Rechenmaschinen), sondern eine logische, speicherprogrammierbare

- Ketten in Jacquard-Webstuhl durch Mustersteuerung gehoben; eskalisert zu weiterer Version: ganze Maschinenteile gehoben durch Steuerung, wie der Rechenmechanismus in Babbages *Difference Engine*

Die Lochkarte

- Differenz zwischen Signalwandlung und Datenverarbeitung

- Nach Inflation in Deutschland 1923 DeHomag an IBM, seitdem Tochterfirma

- Hollerith-Stecktafelverbindung schon Programmierung? Die D 11; externe Schalttafelsteuerung; eher Anweisung denn Programm. Verzweigungen nur nach vorn möglich

- Format der klassischen Lochkarte: nach Modell der Kästen, in denen die amerikanische Notenbank Dollar-Noten aufbewahrte; Medien sind nicht als Geschichte schreibbar, sondern nach technischer Logik / Kontingenzen. Diese Kontingenzen aber sind nicht völlig arbiträr, sondern entstammen einem jeweils zeitlich gegebenen "Alphabet" von Auswahlmöglichkeiten.

- Segmentiert und diskret verarbeitet, wird die Lochkarte zur eigentlichen Maschine vor der Maschine von Datenverarbeitung: "Man kann die Lochkarte gewiß als ein Steuerelement für einzelne Maschinen auffassen, sogar als ein Element - ein Organ dieser Maschinen selbst. [...]. Es ist nicht so, daß die Lochkarte für die Maschinen da ist, sondern umgekehrt, die Maschinen sind für die Lochkarte da. Die Lochkarte erschuf die Maschinen; sie war die Keimzelle [...], und alles, was wir heute an technischen und organisatorischen Einzelheiten im Lochkartenverfahren haben, entwickelte sich organisch aus dieser Zelle" = Festschrift zur 25-Jahrfeier der

Deutschen Hollerith Maschinen Gesellschaft, Berlin 1935, Kapitel "Die Lochkarte als Träger des Hollerith-Verfahrens", 83

Lochkartenmaschinen (Hollerith)

- steuert Basile Bouchon 1725 einen Webstuhl durch Lochstreifen; 1728 entwickelt Falcon dies zur Lochkarte fort; bis daß 1801 Joseph Maria Jaquard das Verfahren massenhaft macht

- Präsidentenwahl in den USA im Jahr 2000. Im Bundesstaat Florida Voten der Wähler auf Stimmzetteln damals noch direkt in Lochkarten gestanzt; Entscheidung zwischen den Präsidentschaftskandidaten Al Gore *versus* George W. Bush spitzte sich dabei auf eine Funktion der Hardware zu: Richter entschieden darüber, welche Rolle jene automatisierten Stimmauszählungen spielen, in denen Lochkarten figurieren und der Zählstift nicht immer das richtige Loch gefunden hat. Was durchscheint, ist ein Verfahren, das ein Jahrhundert zuvor Herman Hollerith für die aus den Fugen geratenen amerikanischen Volkszählungen entwickelt hatte; Ende des 19. Jahrhunderts nämlich drohte die Handauswertung der individuellen Formulare länger zu dauern als der Zeitraum bis zur nächsten Volkszählung; führte Hollerith die Lochkartenmaschine ein, inspiriert vom Ticketknipser in amerikanischen Zügen, wo die Entwertung der Fahrkarte zugleich mit einer internen Datenerhebung über das zugfahrende Publikum verbunden (in diesem Sinne "intelligence")

- gehört Lochkartenverarbeitung zur Archäologie mechanischer Formen der Informationsspeicherung, auch unter dem Aspekt von Multimedia. Es wurden nämlich nicht nur statistische Daten, sondern etwa auch Töne auf diese Art gespeichert, und Bewegungen, etwa für jenen mechanischen Vogel im Käfig, der singt und nickt

- dienten Lochkarten als invasive Schreibfläche, als Eingabemedium für die ersten Programmierer von Computern mit höchster Sorgfalt, denn im Unterschied zur Fehlertoleranz amerikanischer Wahlen im Bundesstaats Florida führt schon *ein* fehlerhaft gestanztes Bit zum Scheitern des ganzen Programms; katastrophale Konsequenzen nicht nur für Programme, sondern die Technologie selbst: 5000 Volmatic-Wahlmaschinen aus Florida nach dem Desaster über das Aktionshaus eBay versteigert, um inzwischen durch Computer ersetzt zu werden = Meldung in: Die Zeit Nr. 20 v. 10. Mai 2001, 35

- Hollerith zunächst Sachbearbeiter für Fabriaktionsstatistik; an US-Volkszählung 1880 bereits beteiligt; Idee von US-Zugtickets: weil kein Paßbild, bestimmte körperliche Merkmale auf Ticket gelocht

- in Hollerith-Maschine Löcher nicht nur zur Dateneingabe, sondern zugleich zur Steuerung der Maschine verwendet

- 23. Sept 1884 Patentanmeldung als "Art of compiling statistics"; erstes US-Datenverarbeitungspatent

- technischer Kunstgriff der elektromechanischen Datenverarbeitung bei Hollerith-Tabelliermaschinen im Abfühlmechanismus; bei Kontakt einer stromleitenden Bürste mit dem Untergrund der Karte durch das jeweilige Loch schließt sich der Stromkreis und löst einen Zählimpuls aus; diese Logik der Karsakov-Maschine nicht fremd; dazwischen steht das elektromechanischen Dispositiv

- Zählwerke auf Schrank entsprechen in Anordnung den Löchern auf Lochkarte; zählen und sortieren

- nennt Hollerith seine Maschine eine "statistische Maschine" und steht damit Karsakovs polizeistatistischem Blick nahe, i. U. etwa zu Babbage "analytischer" Maschine

- Pantograph-Locher mit eingelegter Lochkarte zur 11. US-Volkszählung 1890

Zwischen Differenzmechanismus und Analyse

- Differenz zwischen *Difference Engine* und *Analytical Engine*; quer dazu der ganze Unterschied zwischen *engine* und *machine*. Babbages *Difference Engine* beruht auf dem Verfahren der finiten Differenzen, das mathematische Funktionen schrittweise in Additionen (auf)löst; realisiert damit eine Rechenmethode, um auf mathematischen Tafeln Zahlenfolgen fehlerfrei (unkorrumpiert durch menschliche Rechen- und Druckfehler) anfertigen zu können

- zunächst Tafelspalte einstellen (per Hand ausrechnen); in weiteren Spalten Differenzen einstellen. Damit Formel , die gerechnet werden soll, festelegt; dann durch Kurbel Zahnräder ausrechnen, plus "Drucker"; tatsächlich gebaut. Differenzen der Spalten werden zueinander addiert

- findet sich in jedem IBM-Handbuch die Warnung, Maschinen nicht in kritischen Bereichen einzusetzen, weil immer Speicherzellen defekt sein können und damit Bits verlorengehen, trotz Repartur-Bits; Betriebssyste bemerkt dies nicht unbedingt

Die Difference Engine simuliert

- "engine" gleich Maschine? hat die indistruielle Epoche der Moderne noch nicht das Vokabular für die ihr nachfolgende Epoche der informationsverarbeitenden Rechner gefunden. Begriffe aber setzen auch Denkhorizonte; Difference Engine bleibt nur für Antrieb im Reich der Thermodynamik, der Materie und der Energie; sollte eine Dampfmaschine den Rechner von Babbage antreiben, Rechenoperationen davon aber als symbolische Maschine abstrahiert; Begriff *engine* in das Design von Computerspielen verschoben und meint dort operative Module komplexer Software, welche die *agency* der Games erst in Gang setzen

- "Spiele am Rande der Berechenbbarkeit" (Dissertation Philipp von Hilgers, publiziert)

- Software-*engines* inzwischen auch die medienarchäologische Ebene, auf der die Vorgeschichten des Computers ver*handelbar* werden - nicht mehr nur diskursiv, sondern operativ ("mediale Historiographien" im aktiven Sinn); auf einer inzwischen selbst schon zum medienarchäologischen Objekt, weil auf aktueller Hardware schon weitgehend un-lesbaren Bonus-Diskette Beilage zu Alan M. Turing, Intelligence Service. Ausgewählte Schriften, hg. v. B. J. Dotzler / F. A. Kittler, Berlin (Brinkmann & Bose) 1987, Difference Engine No. 1 von Charles Babbage simuliert, deren Prototyp 1822 fertiggestellt: erstmals in Genealogie der Rechenmaschinen auf die Hintereinanderausführung ganzer Serien von Rechnungen angelegt; mechanisiert ein mathematisches Prinzip, die Differenzenmethode. Mit ihr lassen sich mathematische Folgen (etwa die Folge der Quadratzahlen) berechnen, insofern ihre Differenzen konstant bleiben; erfordert vormals den Ersatz der aufwendigsten, weil handrechenintensivsten und typographisch anspruchvollsten (weil fehlerintoleranten) Druckwerke seiner Zeit, etwa die logarithmischen Tafeln und Tabellen

- Difference Engine von 1822, wie schließlich auf der Weltausstellung 1862 zu sehen, kehrt in Dotzlers Simulation als abstrakte Maschine wieder: als Bild aus Zahlen, eher Diagramm denn Abbild, und doch eine verblüffend einfache Mimesis an das Original-Gestänge. Nach Aufruf des Programms werden zuerst die Anfangswerte eingegeben (in MS-DOS), die Werte der Tabellenzeile, ab der man die Tabelle berechnen will. "Nach jedem Druecken der Leertaste fuehrt die Maschine nun die aufeinanderfolgenden Additionen aus", heißt es im Disketten-Programm von Dotzlers Simulation - die es anschließend auch tut - womit ein solches Programm, im Unterschied zu gedruckten Büchern, tatsächlich mediendramatische Potenz hat

- medienepistemisch entscheidender Schritt um 1830 der von der Differenzmaschine zum speicherprogrammierbaren Universalrechner; trennt L. F. Menabrea in seinem gemeinsam mit Lady A. A. Lovelace verfaßten *Sketch of the Analytical Engine* (1843) den mechanisierbaren Bereich mathematischer Wissenschaft von demjenigen, "der in den Bereich des Verstehens fällt" = L. F. Menabrea / A. A. Lovelace, Sketch of the Analytical Engine (1843), dt. in: Werner Künzel, Charles Babbage. Differenz-Maschinen. Exkurse zur Kartographie der technischen Kultur im 19. Jahrhundert, Berlin (Ed. Künzel) 1991, 115

- beschreibt Henry Colebrooke den Kippunkt an Babbages Rechner pointiert: "In other cases, mechanical devices have substituted machines for simpler tools or for bodily labour [...]. But the intention to which I am adverting [...] substitutes mechanical performance for an intellectual process. [...] Mr BABBAGE´S invention puts an engine in place of the computer" = Henry Thomas Colebrooke, On Presenting the Gold Medal of the Astronomical Society to Charles Babbage, in: Memoirs of the Astronomical Society I (1825), 509 f. - eine pikante Inversion des Begriffs

"Computer". Zentral für die Verschränkung von Manufaktur und "denkender", also computierender Rechenmaschinen der Begriff *intelligence*: "The word refers both to signals received from without and to the capacity to register and interpret these signals. In early nineteenth-century Britian the word *intelligence* simultaneously embodied the growing system of social surveillance and the emerging mechanisation of natural philosophies of mind" = Simon Schaffer, Babbage´s Intelligence. Calculating Engines and the Factory System, in: Critical Inquiry 21 (Autumn 1994), 203-227 (204)

- Babbage höchstselbst, 1838: "In substituting mechanism for the performance of operations hitherto executed by intellectual labour, [...] the analogy between these ats and the operations of the mind almost forced upon me the figurative employment of the same terms" = zitiert ebd., 207; schreibt Karsakov 1832 im Entwurf seiner Maschine von "opérations mécaniques de l´intelligence", nur daß im Französischen der moderne Nebensinn dieses Begriffs - nämlich militärische Aufklärung - fortfällt

- gehört Babbages Maschine bereits zum post-industriellen Zeitalter der Information, obgleich mit Dampf betrieben werden; Roman *The Difference Engine* von William Gibson (Autor *Neuromancer*) und Bruce Sterling, Initiator des archäologschen "dead media project"

- hat Norbert Wiener das Kriterium benannt, welches das 20. Jahrhundert von der Epoche der Industrie trennt: Information ungleich Materie und Energie; in informationsverarbeitenden Maschinen zwar selbstredend noch Energievebrauch, der aber bleibt unter halb der Schwelle, wo er auf die Prozesse eingreift - von der entropischen Überhitzung der Hochleistungsprozessoren abgesehen, auch von den zu klimatisierenden Räumen, in denen stromintensiver Röhrenrechner ENIAC operierte

- meinen Rechenmaschinen unter hochtechnischen Bedingungen Maschine *plus* Logik. Babbage erfindet dementsprechend nicht nur einen materialen Mechanismus, sondern analog dazu ein Zeichensystem, um seine Maschine auf Papier stattfinden, und damit ihre Operativität tatsächlich nachvollziehen zu lassen: seine "Mechanische Notation" = Charles Babbage, Passagen aus einem Philosophenleben, Berlin (Kadmos) 1997, Kapitel "Über die Mechanische Notation", 100. Hier *ist* diese Notation die Maschine, eine Papiermaschine im wahrsten Wortsinn, eine auf medienarchäologischer Ebene symbolische Maschine: "the symbolic level, on which the information is represented in terms of symbols that can be manipulated without taking into account their meaning" = P. Gärdenfors, Conceptual Spaces, Cambridge, Mass. (MIT Press) 1999

- beschreibt es auch Karsakov: "L´homme pense et ses actions sont machinales"; Sprache und Schrift "ne sont que des opérations mécaniques de l´intelligence" = Karsakov 1832: 1; was Karsakovs Maschine vom künftigen "general-purpose computer" unterscheidet, ist genau die Differenz, die zeitgleich Charles Babbages "Difference Engine" von der "Analytical Engine" unterscheidet: "The idea of a stored program, i. e. of a computer´s activity being controlled by a program stored in its internal

memory, along with the numerical quantities entering into the computation. At first great advantage was taken of the consequent ability of a program to read and modify itself during the course of a computation" = Randell 1975, Einleitung zu Kap. VIII

- vollzieht sich ein anderes Zeitverhalten; nonlineare Rückkopplung möglich *innerhalb* eines zeitkritischen Fensters, das (von Menschen) noch als Gegenwart empfunden wird (auch wenn die Rechenoperationen an und für sich weiterhin strikt linear ablaufen, ein Bit nach dem anderen, festgeschrieben in der von-Neumann-Architektur des Computers)

- dient ein Gedanke in Babbages Notizbüchern "of making an engine work out *algebraic* developments" der Mechanisierung von Mathematik als Abstraktion der Rechenmaschine; ersetzt Algebra abgezählte konkrete Mengen durch abstrakte Variablen; heißt zeitgleich das damals erfolgreichste Modell einer Rechenmaschine (von Thomas in Frankreich) noch *Arithmomètre*: rechnet buchstäblich mit nichts als Zahlen

- "I mean without *any* reference to the *value* of the letters. My notion is that as the cards (Jacquards) of the Calc. enginge direct a series of operations and then recommence with the first so it might perhaps be possible to cause the same cards to punch others equivalent to any given number of repetitions. But there hole [their holes?] might perhaps be small pieces of formulae previously made by the first cards" = Babbage zitiert ebd.

- vergißt Medienarchäologie nie, daß sich auch mathematische Operationen immer in Materialitäten abspielen, mithin also in Hardware oder reale Körper implementiert werden müssen, um wirkungsmächtig zu sein

- verflüchtigt sich bisweilen im Realen, was im Symbolischen versprochen ist, wie eine antike Inschrift im verwitternden Stein

- "Musik" im Unterschied zur schieren Akustik, oder das Bild im Unterschied zu reinen Funktionen von x- und y-Koordinaten; Begründer der modernen symbolischen Logik, George Boole, hat es in *An investigation of the laws of thought* 1854 einleitend so beschrieben: „Our views of the science of Logic must materially influence, perhaps mainly determine, our opinions upon the nature of the intellectual faculties" = New York (Dover) 1854, Kapitel I (Nature and Design of this Work), 1-23 (22); Konrad Zuse später höchstselbst: "Die Relaismaschine war gewissermaßen von vornherein materialisierte Logik" = zitiert in Kaufmann 1974: 171

- im Kontext des sonstigen Gebrauchs des Aderverbs *material* bei Boole klar, daß diese logifizierten „intellectual faculties“ nur noch darauf warteten, maschinell implementiert zu werden - wie es kurz Semen Karsakov in St. Petersburg 1832 mit dem Design einer lochkartengesteuerten *Machine à calculer des idées* skizziert hat; mit Computer tritt Medientheorie der Behauptung entgegen, Theorien hätten keine physische Realität. Auch das scheinbar Immaterielle der flüchtigen,

zeitbasierten Musik seit Erfindung des mechanischen Klaviers massenhaft und in jeder Form technisch reproduzierbar geworden, gesteuert von Lochstreifen aus Papier, dem in der dynamisch sensiblen Variante des Welte-Pianolas das Einspiel eines professionellen Pianisten eingestanzt war, wiedergegeben über eine pneumatisch gesteuerte Mechanik

- liegt im Begriff der physischen Realisier*barkeit* schon die Mechanisierung als Spur angelegt; mit Novalis formuliert: „Die Theorie der Theorie ist Eins mit der Theorie der Praxis. Sie wird nur umgekehrt" = Novalis, Werke, Tagebücher und Briefe Friedrich von Hardenbergs, hg. v. Hans-Joachim Mähl / Richard Samuel, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1999, Bd. II, Fichte-Studien, 55, Nr. 94, *alias* Computer

- medienepistemisch entscheidend, daß für Boole - wie später für die Nachrichtentheorie Claude Shannons - nicht die Semantik, sondern die Verknüpfung der Symbole buchstäblich *zählt* und damit rechenbar wird

Hegel / Rechenmaschine

- Mechanisierung von Denken / Wissen; syntaktische Funktion der Zeichen steht hier über der semantischen; sieht Hegel darin eine Provokation, da er Denken auf den Begriff und nicht auf die Maschine bringen möchte. In der Epoche, als Babbage bereits an seiner nicht mehr nur arithmetischen, sondern speicherprogrammierbaren *Analytical Engine* experimentiert, Hegels *Logik*: "Weil das Rechnen ein so sehr äußerliches und somit mechanisches Geschäft ist, haben sich Maschinen verfertigen lassen, welche die arithmetischen Operation aufs vollkommenste vollführen. Wenn man über die Natur des Rechnen nur diesen Umstand kennte, so läge darin die Entscheidung, was es mit dem Einfalle für eine Bewandtnis hatte, das Rechnen zum Hauptbildungsmittel des Geistes zu machen und ihn auf die Folter, sich zur Maschine zu vervollkommnen, zu legen" = G. W. F. Hegel, Wissenschaft der Logik, hg. Georg Lasson, Hamburg 1963, Bd. I, 212; Friedrich Kittler, Die Nacht der Substanz, Bern (Benteli) 1989, 29 f.

George Boole

- veröffentlicht nach Hegels und Karsakovs Tod Mathematiker und Physiker seinen Versuch, mathematische Logik zu mechanisieren: George Boole, The Laws of Thought, on which are founded the mathematical theories of logic and probabilities [1854], Nachdruck New York (Dover) 1958; Wahrheitstabellen; Kombination von Eingangswerten; legt damit die Grundlage für eine elektrotechnische Schaltungslogik, die nur zwei Zustände kennen und damit eindeutige Wahrheitswerte verkörpern können (aussagenlogisch, nicht semantisch); Kalkül als endliches System von Axiomen, die zusammen die Gesamtheit der Mathematik ergeben; Algorithmus; "limiting values 0 und 1" (17) meint gerade noch nicht die digitale Schaltung

- Physiker Paul Ehrenfest und seine Entwicklung einer symbolischen Logik als Papiermaschine: Franz et al. (Hg.) 2007: 317

- Charles S. Perices "existential graph"; Wolfgang Schäffner, Electric Graphs. Charles Sanders Perice und die Medien, in: Michael Franz / Wolfgang Schäffner / Bernhard Siegert / Robert Stockhammer (Hg.), Electric Laokoon. Zeichen und Medien, von der Lochkarte zur Grammatologie, Berlin (Akademie) 2007, 313-326

William Stanley Jevons´ "Logical piano"

- W. Stanley Jevons, On the Mechanical Performance of Logical Inference, in: Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Bd. 160 (1870), 497-518; Abb. "The Logical Machine" vor Titelblatt von W. Stanley Jevons, The Principles of Science. A treatise on Logic and Scientific Method, 3rd ed. London (Macmillan) 1879; verfaßt Jevons 1875 *Money and the Mechanism of Exchanges*, über Gold-Deckung von Papiergeld

- heißt Jevons' "logisches Piano" allerdings in der Bildunterschrift "logical machine"; Begriff Klavier (aus lat. "clavis" = Schlüssel) benennt sowohl das Tonsystem wie die Instrumente, auf denen Tonsysteme darstellbar; antiker Begriff "organon" (Aristoteles)

- ursprünglich auf den Tasten ("claves") Buchstaben aufgemalt; Jevons´ Aufsatz 1869/70 "On the mechanical performance of Logical Performance", mit techn. Zeichnung

- historische Musikautomaten; Tastatureingabe als Interface; Planchetten-Klavier; verfeinert zum gelochten Karton-Streifen als Informationsträger 1877 eingereicht bei Paul Ehrlich Patentamt Leipzig; mechanische Abtastung; antiker Aulos beruht auf einem Durchlaß durch Löcher; Trennung der Information vom Ereignis; auf der Flöte läßt sich keine logische Operation abspielen

Entwicklung einer "programmierbaren" Trompete mit gelochten Streifen, die durch den pneumatischen Apparat hindurchgezogen werden

- Sirene, Helmholtzsche / gelochte Scheiben; mechanisches Orchestrion

- vor der Erfindung der Schallplatte allein pneumatische Klaviere (und das mechanische Orchestrion) in der Lage, Klänge aufzuzeichnen; Welte-Mignon-Flügel von 1904 im Unterschied zu Phonograph und Grammophon aber keine Aufzeichnung des Klang-Realen (akustisches Signal), sondern nach nahezu analoger Aufzeichnung durch diskrete Lochung letztendlich im diskret Symbolischen verbleibt; gestanzte Aufzeichnung durch Klavierspiel (bei diesem Interface) ermöglicht "logische" Notation und Reproduktion; versucht sich die Welte-Kino-Orgel ergänzend an naturgetreuen Klang-Effekten

- 21 Tasten; "Marquard´s mechanical logic machine" nur noch 10 Tasten

- "We have presented these logic machines as syllogistic devices, involving the logic of classes [...]. But it is simpler to view them as truth-table machines, calculating the values of truth functions" = Alice R. Burks / Arthur W. Burks, The First Electronic Computer. The Atanasoff Story, Ann Arbor (Univeristy of Michigan Press) 1989, 337; Abb. Burks / Burks 1989: 336 Abb. 20 u. 338 Abb. 22

Lochkartensteuerung (Musikautomaten, Player Piano)

- zu Heron sowie Rabbi Löw: "Weder der griechische noch magische 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

- tauchen die ersten Musikautomaten koexistent mit den ersten Räderuhren in benediktinischen Klöstern auf: Mechanische Turmglockenspiele, gesteuert mit programmierbaren Lochwalzen in den Niederlanden, 13. Jahrhundert = Supper 1997: 64

- (Stiftwalzen-)Apparat, der Töne von sich gibt (angeschlossen an Mühle / Babbages "mill"), aus: Salomon de Caus, Von gewaltsamen Bewegungen Beschreibung etlicher so wol nützhlichen alß lustigen Maschiner, Frankfurt 1615, Nachdruck Hannover (Vincentz) 1977, aus: Museumskunde 64, 1/1999, 85

- Gegenstück zur Lochkarte, negativ / positiv: die Stiftwalze, eingesetzt etwa bei Athanasius Kircher für Musik. "Mit Wasserkraft betriebene Mechanik bewegte Walzen, in die musikalische Programme auf Blechfolien eingestanzt waren. Damit wurden metallene Stifte gesteuert, die die Orgelpfeifen öffneten und schlossen. Im Tempo der Musik bewegten sich optische Miniszenen wie filmische Plansequenzen, deren Antrieb wiederum mit demjenigen der Stiftwalzen verkoppelt war" <Zielinski 2002: 153>. Einmal wieder ist das medienepistemische Ding indifferent gegenüber seinem akustischen oder optischen Einsatz (wie die Photozelle für Lichttonfilm und für das Fernsehen)

- Stiftwalzen-Orgel aus Athanasius Kircher, *Musurgia universalis* (1650), aus: Zielinski 2002: 152

- Automatisches Glockenspiel mit Gewichtsantrieb nach Athanasius Kircher (1650), in: Heinz Nixdorf MuseumsForum, Museumsführer, Paderborn (HNF) 1997, 34

- "Die Stiftwalze ermöglicht die Programmierung <!> automatisch ablaufender, mechanischer Steuerungsprozesse. [...] Die Musik erklingt ohne menschliches Zutun" = HNF Museumsführer 1997: 34

- Digitale Darstellung von *pits* und *lands* einer CD-ROM, in: Brian Charles Toussaint, Bildplatten und wissensbasierte Systeme zur interaktiven Szenenbeobachtung und -analyse, Diss. Freie Universität Berlin 1991, 213

- erfindet Paul Lochmann (ausgerechnet) 1885 gleichzeitig mit Ellis Parr - die gelochte Metallscheibe; Grundlage der Spieluhrenindustrie in Leipzig; Heinz Nixdorf MuseumsForum, Museumsführer, Paderborn (HNF) 1997, 35

- Edison-Phonograph *versus* Player Piano; Lisa Gitelmann, Scripts, *Grooves and Writing Machines: Representing Technology in the Edison Era*, Stanford (Stanford UP) 1999; Bewußtsein für den Schutz einer individuellen Aufführung entwickelt sich mit der Möglichkeit ihrer Fixierung; für entsprechende Gesetzesnovellierung nicht Edisons Phonograph, sondern das 1876 entwickelte „Player Piano“ / Spieluhrpiano verantwortlich; spielt mechanisch von einer Papierrolle mit speziell gestanzten Löchern Musik automatisch ab, Lochkartenmechanismus; deutlich besserer Klang als auf Edisons frühen Phonogrammen, da Musik direkt auf den Klaviersaiten abgespielt / regeneriert

- klagt Musikverlag White-Smith gegen den Spielpianorollen-Hersteller Apollo, da dieser zwei Songs des Verlags als Rollen für Spieluhrpianos herausgibt. White-Smith fordert eine Entschädigung, die im abschließenden Gerichtsurteil des U.S. Supreme Court 1908 überraschend verweigert wird: Spielpianorollen seien Teile eines Mechanismus und keine Kopien, begründet das Gericht seine Entscheidung: “even those skilled in the making of these rolls are unable to read them as musical compositions, as those in staff notations are read by the performer"; Diskussion um Softwarepatente heute

- Jules Carpentier 1880: Programmierung von Musikautomaten durch Lochkartenstreifen kombiniert mit pneumatischer Steuerung

- pneumatische Reproduktionsklavier der Freiburger Firma Welte 1904 (System Welte-Mignon) ermöglicht es, "das Spiel des Pianisten so originalgetreu in die Notenrolle zu stanzen, daß selbst Experten keine Unterschied zu hören vermochten" = HNF 1997: 35; u. a. Edvard Grieg, Richard Strauß. Die zugrundeliegende Logik: Was über ein diskretes Interface gesteuert wird (Klaviatur, wie auch noch MIDI-Keyboards), läßt sich in diskreten Speichermedien (Lochkarte) in einem diskreten Mechanismus (Klavier) eindeutig reproduzieren

- CD-ROM Conlon Nancarrow, *Studies and Solos*, Wergo = WER 6670 2 (Kompositionen für lochgestanztes Player-Piano)

- "dead medium", nämlich das Player Piano - ein mechanisches Klavier, dessen klangspeichernde Funktion von Grammophon und Schallplatte eigentlich übernommen worden war -, wurde vom Komponisten Conlon Nancarrow reaktiviert, "um neuartige kompositorische Ideen unabhängig vom Leistungsvermögen von Interpreten zu entwickeln und sie gleichzeitig so präzise wie gewünscht auszuführen" = Monika Fürst-Heidtmann, Booklet zur Compact Disk Conlon Nancarrow, *Studies and Solos*, Wergo:

WER 66702, 3. Auf dem Titelblatt des Booklets sehen wir vom Locher ausgestanzte Papierschnipsel: "Seine Musik stanzte er selbst in mühsamer, alter Handwerksmanier in die Poapierrollen. Loch für Loch, Note für Note" <ebd.>; so entstanden seine undatierten, aber nummerierten *Studies for Player Piano*. Nancarrow hat selbst nie wirklich Klavier spielen gelernt: die konsequente Übertragung der maschinen-algorithmischen, mithin medienarchäologischen Ästhetik, gleich einer Einführung in die Ästhetik der Computer-Programmierung ohne operative Kenntnis des Programmierens selbst. Menschliche Klavierspielerinnenhände haben dann in einer Art *reverse media archaeology* diese Kompositionen vierhändig humanisiert: "Auch wenn es unmöglich (und sinnlos) ist, den Anschlag von Nancarrows Instrumenten zu imitieren, haben wir versucht, das klare Stakkato-Spiel der Maschine annähernd zu erreichen" = Helena Bugallo / Amy Williams, CD-Booklet: 5

Lochkartenprogrammierung (Computer)

- operatives Diagramm; Animation der "Ideenmaschine" Karsakovs unter: http://upload.wikimedia/commons/1/1f/Homeoscope03.gif

- Ralf Bülow, HNF-Blog "Neues von Gestern aus der Computergeschichte" = http://blog.hnf.de/der-homoeopathische-computer (Abruf 24. März 2017); Eintrag zu Karsakovs kombinatorischer Maschine; konkreter Vergleich mit der Randlochkarte, verbunden mit dem Hinweis auf das Computerkabinett in Göttingen: "Handverfahren mit Lochkarten / Vorgeschichte der Datenbank(abfrage)" von Jens Kirchhoff, Göttingen, 26.02.2013 ("frei für non-profit Verwendung bei Nennung der Quelle" = http://www.c-c-g.de/Handverfahren%20mit%20Lochkarten-10.pdf, Abruf 24. März 2017); Schilling-Patent

- weil Maschine nicht menschorientierte Vokalalphabetschrift liest, muß sich ihre Beschriftung nach der Maschinenlogik richten: also "punched transcripts" der ehemaligen "written cards" (Hollerith). Die Karten gleiten durch den "Kontakt-Apparat", wobei Stromkreise dabei geschlossen oder geöffnet werden, so daß Zählwerke und Sortierfächer je angesprochen werden. "Weil aber zudem eine Relais-Analge zwischen das *circuit-closing device* einverseits, die *coutners* und den *sorting mechanism* ansdreerseits gteschaltet ist, gilt dasselbe nicht nur für jedes einzelne erhebungsmerksaml oder Lochakrtenlch sodnern auc fr alle möglichen Merkmalskombinationen. [...] Durch die Variierbarkeit ihrer Schaltugne realisiert die Hollerith-maschine erstmals auf elektrischem gEbiet so etwas wie Programmierbarkeit" = Dotzler, in: Spieker (Hg.), Bürokratien, 267

- Tabulator Dehomag D 11 ein "stored program computer" (Kistermann)? "general purpose machine"? D11 programmiert (Steckverbindung); Namensvorschlag "Hollerith Allrechner"; 1923 "changeable plugboard", damit "erasable read-only memory", counters / accumulators are the memory. Programmierung: workflow chart Data-Punch&Verify(Input)-punched cards-sorting/grouping(processing)-Tabulator

- elektronische Datenverarbeitung: 80 Zeichen pro Zeile der alphanumerischen Datensichtgeräte erinnerten zunächst noch an die Spaltenzahl der Lochkarte. "Die jüngere Informatiker-Generation kennt Lochkarten nur noch aus Erzählungen und Büchern" = Budde / Züllighoven 1990: 129

COMPUTER

Das modellbildende Medium: der Computer

- Kittlers Prognose: "Mit Zahlen ist nichts unmöglich. Modulation, Transformation, Synchronisation; Verzögerung, Speicherung, Umstastung; Scrambling. Scanning, Mapping - ein totaler Medienberbund auf Digitalbasis wird den Begriff Medium selber kassieren" = Friedrich Kittler, Vorwort zu *Grammophon - Film - Typewriter*

- Computer als modellbildendes Medium für "neue Medien"; schüttet das (Begriffs-)Kind mit dem Bade aus: "From media studies, we move to something that can be called software theory" = Manovich, The Language of New Media, Cambridge (MIT) 2001, 48

- kommt im Computer ein Medienbegriff, der sich nicht mehr auf die physikalischen Kanäle beschränkt, zu sich: (elektrifizierte) Logik plus Maschine; ein *double-bind* aus physikalischen Praktiken und logischen Operationen. Medien "gewinnen ihren Status gerade dadurch, daß sie das, was sie speichern, verarbeiten und vermitetln, jeweils unter Bedingungen stellen,die sie selbst schaffen und sind" <Engell et al. (Hg.) 1999: 10> - wozu sie technisch existent sein müssen. Erst im Zusammentreffen von Apparaten und Wort konstituiert sich das medien epistemische Objekt; wird operativ erst in dem Moment, wo es sich um Programmierung von Maschinen durch buchstäbliche "Worte" (tatsächlich eine informatische Einheit von Byte-Blöcken) handelt

- am elektrotechnischen Artefakt des Relais demonstrieren, wie Materialität (Mechanik) und Logik (Aussagenlogik) zusammenkommen; dieser Moment wissenschaftsgeschichtlich bestimmbar: Claude Shannons Masterarbeit; war Ingenieur ebenso wie Mathematiker: Medientheorie ist mit Objekten befaßt, nicht nur mit Gedanken; genau hier liegt die Medialität von Theorie selbst; Relais = elektromagnetisch betätigter Schalter: Stromkreis, der eine Spule mit Weicheisenkern enthält, und ein Stromkreis mit einem Kontakt, der mit Hilfe von Spule geöffnet / geschlossen werden kann; Kontakt wird durch einen Stromfluß entweder geschlossen oder geöffnet - also die potentielle Umwandlung von Energie in Information. "Relais sind nicht nur Grundlage für bestimmte Formen der Kopplung elektromagnetischer kybernetischer Systeme, sondern sie haben neben dem [...] Steuerungs- bzw. Regelungsaspekt auch einen informationstheoretischen Aspekt. In dieser Sicht können sie als Mittel der Übertragung und Verknüpfung binärer Informationen aufgefaßt werden. Eine Information kann etwa mit Hilfe des Öffnens bzw. Schließens von S <Schalter> codiert werden. Da S nur zweiter Zustände fähig ist, entspricht

dies einer Binärcodierung" = Georg Klaus (Hg.), Wörterbuch der Kybernetik, Bd. 2 (Frankfurt a. M. / Fischer 1969), 530

- Programm einer analytischen, besser noch: buchstäblich *elementaren* Medienwissenschaft i. S. der *elementa / stoicheia* des Euklid (der modularen Programmierung symbolischer Zeichen, der diskreten Materialitäten von Hardware: Projekt Physik), zwischen Mechanisierung der Mathematik und Mathematisierung der Maschine

- Medientheorien immer schon von der Spur ihrer materiellen Implementierbarkeit charakterisiert - "embodied mathematics" (David Bolter, *Turing´s Man. Western Culture in the Computer Age*, Harmondsworth 1986) und nicht schlicht mechanisierte Mathematik

- Schaltalgebra als implementierte Logik; zugleich Signale: "Medien dagegen haben im Realen selber einen Bezug zur Materialität, mit der sie arbeiten. Photoplatten verzeichnen chemische Spuren von Licht, Schallplatten mechanische Spuren von Geräusch = Friedrich Kittler, Weltatem. Über Wagners Medientechnologie, in: Diskursanalysen 1: Medien, hg. v. dems. / Manfred Schneider / Samuel Weber, Opladen (Westdeutscher Verlag) 1987, 94- (94)

Computing **modellbildend für Medienwissenschaft**

- George Dyson, Turing's Cathedral: The Origins of the Digital Universe: Formulierung "…break the distinction between numbers that *mean* things and numbers that *do* things"; Text (Buch) und Programmtextur im Digitalen nicht derselbe Code

- Papiermaschinen: Turing-Maschine wird schon operativ auf Papierebene - an der Grenze zur physikalischen Implementierung. Charles S. Peirce beschreibt symbolische Operationen auf Papier (den "existential graph") als *diagrammatic reasoning*, in der das Papier selbst als Kanalmedium (Zwischenspeicher) fungiert; eine technologische Eskalation dieser Operation bildet die elektrische Schaltung unter Strom

- nicht schon Phonograph, Film und Radio (Benjamin und Brecht kommen mit ihren Analysen noch ohne einen emphatischen Medienbegriff zurecht), erst genuines AV-Medium Fernsehen hat mit Marshall McLuhan ersten Medienwissenschaftler *avant la lettre* auf den Plan gerufen

- werden hochtechnische Medien bezeichnenderweise erst mit dem Medium zum Objekt einer akademischen Disziplin, das die Singularität analoger Medien, ihre spezifische technische Fügung, unterläuft: Computer als Schnittstelle von technischem Material und logischer Intelligenz

- medienwissenschaftliche Analyse von *computing*; "vermittelt Medienarchäologie zwischen Hermeneutik und Technologie": Stefan Höltgen, Maschinensprache. Die Demonstration als technischer (Selbst-)Ausdruck und methodisches Instrument, Workshop *50 Jahr*

Computerdemos, Deutsches Technikmuseum Berlin (im Rahmen des VCF Berlin), 14. Oktober 2017; bewußte *daimon*stration der Medieneigenschaften mit beschränkter Hard- und Software (Kolomorov-Komplexität); auch Emulator früherer Computerdemos als tatsächlich gegenwärtiger Ablauf in erster Linie Aussage der technischen Fähigkeiten des ausführenden, aktuellen Computers selbst; Archäographie als "Medienarchäologie ohne Worte"; komplexe generative Ästhetik in ihrer epistemologischen Dimension; Demo als "Subjekt" von Filmvorführung (Aufzeichnung und Komposition aus wiederholten "takes"): aktuelle Wiederhervorbringung eines Codes, damit näher an Theater(skript); Collingwood 1955, Philosophie der Geschichte 1955, 226: "Geschichte des Denkens [...] der Nachvollzug [...]" des Gedachten; *diagrammatic reasoning* (Peirce) wird operative Diagrammatik in technischen Medien (Emulatoren); Debugger als Möglichkeit, die Perspektive des Mediums *im Vollzug* einzunehmen / zu beobachten (zweiter Ordnung), sich darauf einzulassen: Ian Bogosts *Alien Phenomenology* (inverse Phänomenologie) eines schwachen Subjekts (i. S. Vattimos), ohne Eigenbewußtsein, vielmehr Objektivierung des menschlichen Geistes; daimonische Eigenschaften der Computedemos; Bildschirm- oder Toneffekte der Demos nichts als operatisierte Mathematik: Nikita Bragunski, Unvorhersehbarkeit als technische und ästhetische Strategie in "Waves 3 Ways", Workshop *50 Jahre Computerspieldemos*; Demo von Nick Montfort / Bernie Innocenti (2014) auf Basis von Bytebeat Music; Nick Monfort, Exploring Programming for the Arts and Humanities, MIT 2016; Trogemann / Viehoff, Code-Art

Turing über ENIGMA

- die "comic strips": "For demonstration purposes it is bent to replace the machine by a paper model. We replace each wheel by a strip of squared paper" = No. 30, Nachlaß Turing (King's College, Cambridge): "Treatise on the Enigma", Stempel "TOP SECRET", p. 7; mit (Turing-)Schere lesen: symbolische Operation als Einschnitt ins Reale an der Grenze zur Maschine; Wandlung der zweidimensionalen Textseite in eindimensionale Zeilen resultiert in Turingband. "It is sometimes possible to find the keys by pencil and paper methods" = p. 96

- "The square in the right hand column of the strip represent the spring contacts of the wheel in natural order." "The squares on the left represent the plate contacts" - wenn die *machine symbolique* zum operativen Diagramm wird; im Sinne Lacans in der Turing-Maschine die Symbole "flügge" geworden. "The machine itself is represented by a sheet of paper whith slots to hold the 'wheels'"

Die "mechanische Prozedur" (Kurt Gödel)

- hat nicht-triviale Maschine einen "inneren Zustand" (im schwachen Sinne also ein "Bewußtsein" i. S. Gotthard Günthers), der nach Daten-Input das Ergebnis determiniert

- begreifen Turing und Gödel das Digitale epistemologisch als das Mechanische (im Sinne der "mechanischen Prozedur" und des Lacanschen "Symbolischen") im Elektrischen (im physikalisch "Realen"); definiert McLuhan zufolge die instantane Elektrizität ein neues Zeitalter; kehrt im Digitalcomputer eine mechanische Prozedur wieder ein - das Symbolische im physikalisch Realen; wirkt das Erklärungsmodell der instantanen Elektrizität im letzten Kapitel von *Understanding Media*, in dem es McLuhan um Automation geht, "mit einem Mal deplatziert" = Argument Masterarbeit Thomas Nückel, 79, HU Berlin, URL xxx

- David Hilbert Vortrag auf dem Internationalen Kongress in Paris 1900, publiziert 1901 ["Mathematische Probleme", in: Arch. Math. Physik (3) Bd. 1 (1901), 44-63 and 213-237, Abdruck in: Gesammelte Abhandlungen, Bd. III, Berlin (Springer) 1935], Problem Nr. 10: "Eine diophantische Gleichung mit irgendwelchen Unbekannten und mit ganzen rationalen Zahlenkoeffizienten sei vorgelegt. *Man soll ein Verfahren angeben, nach welchem sich mittels einer endlichen Anzahl von Operationen entscheiden läßt, ob die Gleichung in ganzen rationalen Zahlen lösbar ist*." Begriff "Verfahren" zwischen heuristischer Methode und "mechanischer Prozedur" (Gödel): "The crucial word here is 'Verfahren': 'procedure' is the natural translation [...]" = Robin Gandy, The Confluence of Ideas in 1936, in: Herken (ed.) 1988 / 1994: 51-102 (56)

- "Und die Unentscheidbarkeit ist sogar die Conditio sine qua non dafür, daß es überhaupt einen Sinn habe, mit den heutigen heuristischen Methoden Mathematik zu treiben. An dem Tage, an dem die Unentscheidbarkeit aufhörte, würde auch die Mathematik im heutigen Sinne aufhören zu existieren; an ihre Stelle würde eine absoltut mechanische Vorschrift treten, mit deren Hilfe jedermann von jeder gegebenen Aussage entscheiden könnte, ob diese bewiesen werden kann oder nicht" = J. von Neumann [*"Zur Hilbertschen Beweistheorie, in: Math. Z. Bd. 26 (1927)], in: Collected Works, ed. A. H. Taub, Oxford (Pergamon Press) 1961, vol. I, 166; analog dazu Verfahren, "mit der Schere" zu denken, turingmaschinenartige Entlastung geistiger Arbeit durch formale Mechanisierung

- Methode ungleich Algorithmus: "Der Weg heißt griechisch hodos; meta heißt »nach«; methodos ist der Weg, auf dem wir einer Sache nachgehen: die Methode" = Heidegger, Martin, Gesamtausgabe Bd. 10: I. Abt. Veröffentlichte Schriften 1910 - 1976. Der Satz vom Grund. (Frankfurt am Main: Klostermann, 1997), 92

- "Sicher ist es richtig, dass die Entwicklung der elektronisch gesteuerten Bauteile in Automaten enorm dazu beigetragen hat, die Leistung von Automaten zu erhöhen. Aktuell ist Elektrizität unabdingbar, um Automaten zu betreiben. Doch diese Energieform ist den Automaten nur äußerlich, sie ist nicht tatsächlicher Bestandteil der Automaten und Computer. Der textgesteuerte Automat benötigt, um zu arbeiten, zwar Energie jedoch nicht originär Elektrizität. Dies unterscheidet ihn zum Beispiel von einem Fernsehen, das der Elektrizität vom Grunde her bedarf. Die elementaren Arbeitsvorgänge von Automaten setzen anders als die Medien Telefon,

Radio oder Fernsehen Elektrizität nicht vom Prinzip her voraus" = Peter Frey, Kommunizierende Automaten. Die Dynamisierung der Schrift als medientheoretische Zäsur. Bielefeld (transcript) 2009, 14

- gleich einem altgriechische Buchstaben verlautenden, aber des Altgriechischen unkundigen Lesers von Homers *Ilias*, schreibt Gödel von formalen Systemen: "[...] the outstanding feature of the rules of inference being that they are purely formal, i.e., refer only to the outward structure of the formulas, not to their meaning, so that they could be applied by someone who knew nothing about mathematics, or by a machine" = Gödel 1933o, 45

- Begriff der "kinematischen Verkettung": Franz Reuleaux, Theoretische Kinematik. Grundzüge einer Theorie des Maschinenwesens. Braunschweig (Friedrich Vieweg und Sohn) 1875, 247; ferner: Babbage, "symbolical notation"; zeigt Fig. 179 in Reuleaux 1875: 255 die Abbildung einer kinematischen Kette und darunter die Notation in kinematischer Symbolsprache, als algebraischer Ausdruck; kommt symbolische Notation bedeutungsloser Zeichen in einem diagrammatischen Argument zum Vollzug

- zeigt Formalisierung "wie ein aufgeschnittenes Modell einer arbeitenden Maschine […] die Form und Funktion in unverhüllter Klarheit. Wenn ein System formalisiert worden ist, liegen die logischen Beziehungen zwischen mathematischen Sätzen offen vor uns; man kann die Formgesetze verschiedener „Ketten“ von „sinnlosen“ Zeichen erkennen, wie sie zusammenhängen, kombiniert werden, wie eine in der anderen enthalten ist usf." = Ernest Nagel / James R. Newman (1958): Der Gödelsche Beweis. 9., unveränderte Auflage 2010. München (Oldenbourg), 32, Hinweis Thomas Nückel; Maschine also als "operatives Diagramm" / *diagrammatic reasoning* (Peirce)

- "Jeder Vorgang, der formal beschreibbar ist, kann als Operation einer symbolischen Maschine dargestellt und - im Prinzip - von einer wirklichen Maschine ausgeführt werden. Formalisierung - im Sinne der Beschreibung in den Termini einer formalen Sprache - und Mechanisierung - im Sinne der Ausführung durch maschinelle Apparate - erweisen sich als Begriffe gleicher Extension: Jede formalisierbare Prozedur ist auch mechanisierbar" = Krämer 1988: 3; M. S. Tukatschinski, Maschinen als Mathematiker, Berlin 1960

Zwischen Schreibmaschine und Tonband: die Turing-Maschine

- Bandcode in der Kryptographie: Kodierung durch Umwicklung eines Bandes um einen Schaft; Prinzip des Transposition (Buchstabenmischung)

- steht Alan Turing im Entwurf seiner modellhaften Turing-Maschine nicht Handschrift (die Kulturtechnik von *scriptio continua*) vor Augen, sondern die von McLuhan definierte Gutenberg-Schrift, sprich: Typographie (wenngleich Gutenberg deren technischen, diskreten Charakter gerade im

Layout zu dissimulieren trachtete). Das Schriftliche liegt im Entwurf Turings eher im Algorithmischen der zur Maschine abstrahierten mathematischen Operation; erst als Vollzug (als Derridasche temporalisierende Raumschrift) wird die Mathematik Maschine

- rekurriert Turings Begriff des unendlichen Bands, nämlich *tape*, auf das dominierende Schreibmaschinenmodell seiner Zeit (das Farbband darin, ebenso wie in der ENIGMA). Demgegenüber wird zur gleichen Zeit bei der AEG in Berlin an dem gearbeitete, was die Franzosen *écriture magnetique* nennen: die Tonbandaufzeichnung, die eine Alternative zur diskreten Typographie darstellt, nämlich analoge Amplitudenschwankungen (dem Analogcomputer daher näher als dem Digitalcomputer, insofern der Analogrechner mit Spannungen selbst eben nicht buchstäblich, sondern transitiv zu rechnen vermag; der Analogcomputer modelliert nicht die Welt mathematisch, sondern vollzieht sie im gleichen Medium). Die Eigenschaft des Maschinen"kopfes", nicht nur schreiben, sondern auch lesen zu können, ist nicht von der Schreibmaschine, sondern vom Tonband abgeleitet.

- operieren Turing-Maschinen auf Zeichen, denen keine *a priori* mathematische Bedeutung zukommt; sind diese Zeichen beliebig, können auch Helligkeitswerte sein, Töne. Ihr Kennzeichen liegt allein darin, daß sie *operative* Symbole darstellen; Begriff der Operativität steht der Zeit als Prozeß näher denn der Schriftbegriff

- heißt es bei Turing 1936, die Maschine sei in dem Moment, wo sie ein Symbol vom Band ausliest (*scan*), desselben "directly aware". Hier wird ein Gedächtnis (eine diskrete "Historie") von Band aktualisiert. Eine Mechanik hat im aktualen Zustand als Gefüge ein "Bewußtsein" durch die widerstrebige Unwahrscheinlichkeit der festen Kopplung ihrer Teile (Strom- und Zugspannung, die tragende Säule in der Architektur ebenso wie der Kondensator im elektrischen Schaltkreis); diskrete Zeichenketten, mit bloßem Bleifstift auf Papier notiert, hingegen sind nicht im von sich aus, sondern erst durch menschliche Lektüre (und damit neuronale Verschaltung) gebunden

- Maschine hat ein Gegenwartsbewußtsein, insofern sie immer auf bestimmten Zeitpunkten basiert und operiert; Antwort auf die Aporie des "unendlichen Bandes": Aufgrund der Zeitabhängigkeit (aber nicht zeitkritisch!) der TM braucht immer nur ein endlicher Abschnitt des Bandes beschrieben zu werden; zeitliches und räumliches Intervall korrelieren hier miteinander

- Für das Verfahren (den Algorithmus) ist die konkrete Turing-Maschine jeweils "nur das" - mithin technische / weltliche / zeitliche "Medium" (Bernd Mahr)

(Über)Abzählbarkeit

- stellt Turings Aufsatz von 1936 das Modell der berechenbaren reellen

Zahl auf. "Turing führt anstelle der unhandlichen, weil überabzählbaren reellen Zahlen, eine handliche abzählbare runde Menge derselben reellen Zahlen ein, und ohne dass er das sagt, ist ihm klar, dass abzählbare Mengen, dass alle abzählbaren Mengen, nach Cantors Beweis, äquivalent sind der Menge der ganzen Zahlen" = "Rock Me, Aphrodite", Friedrich Kittler interviewt von Antje Wegwerth (24. Mai 2006), http://www.heise.de/tp/r4/artikel/22/22695/1.html

- führt Shannon Elektronenröhren in Turing-Maschinen ein: "Nicht als Schalter mit denen Pseudo-Zufallszahlen generiert werden könnten, sondern als Quelle einer physikalisch zufälligen Sequenz: 'The combination of the random device and the [computing] machine will be called *p*-machine'" = Axel Roch, Claude E. Shannon: Spielzeug, Leben und die geheime Geschichte seiner Theorie der Information, Berlin (gegenstalt Verlag) 2009, 244 (Endnote 118), unter Bezug auf: Claude Elwood Shannon: Collected Papers, Piscataway (IEEE Press) 1993, 747; interessiert Shannon sich für die *physikalische* Alternative zu berechenbarer Zahlen.

"Finitheit"

- "Bezeichnung für die charakteristische Eigenschaft eines Algorithmus, daß er zu jedem Zeitpunkt (vor, während und - falls er endet - nach seiner Abarbeitung) nur einen endichen Bereich beeinträchtigt oder verändert hat" = Schüler-Duden Informatik, wiss. bearb. v. Volker Claus / Andreas Schwill, 2., neu bearb. Aufl. Mannheim u. a. (Dudenverlag) 1991, 196 (Eintrag "Finitheit")

TM-Material

- schematische und tatsächliche Turing-Maschine im Vollzug: http://www.washingtonpost.com/blogs/comic-riffs/post/alan-turing-google-doodle-decoding-the-depth-of-his-genius--by-the-numbers/2012/06/23/gJQAIlPRxV_blog.html; ferner Hinweis Sophie Kühmel Juni 2012 (zu Turings 100. Geburtstag): "Zum Glück wird im digitalen Zeitalter immer alles sofort kopiert/mitgeschnitten": http://www.seo-united.de/blog/google/doodle-alan-turing-mathematiker-grosbritannien.htm

- *Programm* ein System von Befehlen, die von einem Automaten ausgeführt werden können (Definition von Neumann)

- ob Computer überhaupt rechnen; tatsächlich die symbolische Algebra äquivalent zu Elektrotechnik pur. Flussers Neologismus des technoimaginären Codes; nicht schlicht "technische" Apparaturen, die diesen erzeugen, sondern techno-mathematische Medien; ist alles, was mathematisch denkbar (*computation*, mit Turing) oder analysierbar (mit Leibniz) ist, auch maschinell komputierbar (*computing*); kritische Grenze der Quantenphysik: "Quarks" reale Teilchen der Welt, oder epistemische Dinge i. S. des kalkulatorischen Denkens (Flusser)?

- gerät mit dem Materiellen der rein logische Raum des Digitalen gelegentlich in Konflikt. Es kommt zu Kurzschlüssen, „wo die Daten, die der Computer verarbeitet, nicht schon symbolisch codierte Texte sind, vielmehr kontingenzbehaftete chaotische `wirkliche´ Vorgänge mit Zeitindizes. Hier führt der mit der Digitalisierung einhergehende Zwang zur getakteten, also diskret behandelten Zeit dazu, daß die Hardware über die Möglichkeit oder Unmöglichkeit einer Berechnung entscheidet" = Friedrich Kittler, paraphrasiert von Sybille Krämer, in: dies. (Hg.), Medien - Computer - Realität. Wirklichkeitsvorstellungen und Neue Medien, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 1998, 19

- ENIGMA: Solange die kryptographische Abbildung (*mapping*) von Buchstaben auf andere immer festgelegt ist, bleibt dies eine buchstäblich strukturelle Schwäche der Maschine

- Turing-Zitat über das "Bewußtsein" der Maschine: "... so to say 'directly aware'"; also eher auf die Wahrnehmung denn das emphatische deutsche Bewußtsein bezogen (dies hieße im Englischen eher "conscious"). Umgekehrt Turings Theorem: Der Mensch *ist* "effektiv" im Zustand der Maschine, wenn er (kopf)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: B. V. Bowden (Hg.), Faster Than Thought. A Symposium on Digital Computing Machines, London (Pitman Publishing) 1953; Paperback-Ausgabe 1971: 320, mithin transitiv.

- TM modellbildend für seinerzeit aktuelle Kommunikationskultur: Begriffe von Tabelle, und "Zustand"

- ohne diskrete Schrift die Turing-Maschine so kaum denkbar gewesen (alternativ dazu aber eine im Analogen operierende TM?); wird unter Schrift fast selbstredend die diskrete, alphabetische Schrift verstanden, die als Kulturtechnik wie selbstverständlich erscheint; zeigt sich darin, daß schon das "Entscheidungsproblem" Diskretheit unterstellt (anders als die "mehrwertige Logik")

- operieren Turing-Maschinen auf Zeichen, denen keine *a priori* mathematische Bedeutung zukommt; vielmehr sind diese Zeichen beliebig, können auch Helligkeitswerte sein, Töne. Ihr Kennzeichen liegt allein darin, daß sie *operative* Symbole darstellen. Der Begriff der Operativität aber steht der Zeit als Prozeß näher denn der Schriftbegriff.

- ist für das Verfahren (den Algorithmus) die konkrete Turing-Maschine jeweils "nur das Medium" (Bernd Mahr)

- ist die Maschine die "Struktur" einer Zeichenkette (Oswald Wiener)

Turing zur Morphogenese

- http://www.swintons.net/jonathan/Turing/turbox.htm

"A guide to the Turing morphogenesis papers", (c) Jonathan Swinton 1998-2004 (consists largely of an annotated list of the King's College archive)

- Turings Reaktionsdiffusions-Theorie im Prinzip ein Modell für einen Zellulären Automaten; zeigt der Mechanismus hinter der Morphogenese von Mustern alle Bestandteile von Zellularautomaten: Anfangs- und Folgezustände, Übergangsfunktionen (Regeln, nach denen die Anfangs- in Folgezustände übergehen) und eine zeitliche „Taktung“, innerhalb derer die Aktivatoren und Inhibitoren die Übergangsfunktion steuern. Die von Turing beschriebenen zeitabhängigen Differentialgleichungen stellen die Regeln dar, in die diese Elemente eingebettet sind; eine Simulation programmieren, die die Musterverteilung der schwarzen Flecken auf dem Kuhfell nach Turings Regeln simuliert. "Damit wäre auch die Kuh ein weiteres Mal für den medientheoretischen Diskurs gerettet" = elektronische Kommunikation Höltgen Stefan, 23. Januar 2015

Kosmos "Logikus"

- von der Booleschen Logik zu ihrer Implementierung als Computer ein für Medienwerden entscheidender Schritt. Zwischen Boole und Karsakovs Maschine namentlich der Lerncomputer *Logikus* der Firma Kosmos; Rüdiger Ganslandt, Der Spaghettiprozessor. Der Kosmos Logikus (= Das Hardwaremuseum VIII), in: Die Zeit v. 10. November 1995; Argument darin: a) gerade weil Mathematik in der Schule nicht verstanden, hat das mechanische Rechnen fasziniert - die Deligierung des Rechnens als Formalisierung, der exteriorisierten Logik (nicht des Verstehens) an Maschinen

- eine medienarchäologische Situation vergangener Zukunft: Konfrontation einer künftigen Welt mit heutiger Epoche als einer, die zu programmieren verstand. Wenn die spezifischen Hardware-Bedingungen vergangen sein werden, kann das Programmieren von den Archäologen der Zukunft nur noch modellhaft nach-gedacht werden, buchstäblich auf Papier. Diesen Blick nimmt Medienarchäologie jetzt schon ein, also mit medienarchäologischer Distanz; wird damit selbst zur universalen symbolischen Maschine, imstande, das Programmieren zu simulieren, ohne es zu verstehen: Chinesisches Zimmer-Gedankenexperiment John Searle; geradezu eine medienarchäologische Grundbedingung

- über "maschinale Intelligenz" Simon Schaffer, Babbage´s Intelligence, in: Ciritcal Inquiry 21 (1994), 204-227

- Zuses Z1 von 1941: digital, aber nicht elektronisch, sondern auf der Basis klappernder Relais; handgekurbelt

- ergibt LOGIKUS durch Schalter-Stellung in Verbindung mit gesteckten Leitungen eine UND-Verbindung, Lampe leuchtet auf; Morse-Code; setzt Ganslandt den Computer am Ende ganz anders ein: "ein Programm aufzubauen, das nach Eingabe der Endungssilben lateinische Verbformen

bestimmen konnte"; Einsatz von Korsakovs Machine von 1832 als Cocktailbar-Mixer - eine universale Maschine

Die Turing-Maschine

- Werden Mensch-Sein und Kultur primär als symbolverarbeitend definiert, bindet eine originäre Bifurkation (*arché*) den Menschen an die Technik; Techno-Trauma-Theorem noch im Anthropozentrismus verfangen; entbergen technologische Wissens-"Extensionen" des Menschen als (Symbol-)Operationen (artikulierte Sprache, Entäußerung an Schriftzeichen, Turing-Rechnen) dessen genuin unmenschlichen Anteile

- Alan M. Turing, On computable numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem, in: Proceedings of the London Mathematical Society (2) 42 (1937); Programmierung in der Turing-Maschine reduziert auf einfache Regeln

- Lese- / Schreibkopf gleichrangig nach links und rechts konzipiert, nicht wie die Schreibmaschine linear Farbband von links nach rechts; nicht linear wie Linkshänderschrift

- Turing, Intelligent Machinery. A Heretical Theory [1959]: "Ein Mensch, ausgestattet mit Papier, Bleistift und Radiergumme sowie striker Disziplin unterworfen, ist in der Tat eine Universalmaschine. Eine derartige Kombination eines Menschen mit geschriebenen Instruktionen wird `Papiermaschine´ genannt"

- Peter Weibel, Von den Fähigkeiten der Menschen und Maschinen zur Symbolisation, in: Katalog *The First Europeans, 100-103*

- when humans calculate in mind, become a function of a formalistic prodecure, in fact: a symbolical machine, not narratable any more

- Unterscheidung von Endlichkeit, potentieller und aktualer Unendlichkeit; "unendliches" Speicherband markiert die Differenz zwischen aktual und potentiell unendlich (Argument Alexander Firyn); Turing schreibt als Mathematiker, nicht als Ingenieur: von daher leichtfertig "unendliches" Band

- berechenbar ist, was sich auf einen Algorithmus zurückführen läßt; Entscheidungsproblem: gibt es ein allgemeines Verfahren der Berechenbarkeit / Lösung?

- stehtTurings Text in einem diskursiven Feld: hat eine Antwortstruktur, bestimmte Funktionalität als Antwort auf das von David Hilbert gestellt Entscheidungsproblem

- weist Shannon später nach, daß jede Turing-Maschine durch ein Alphabet ersetzt werden kann, das nur mit zwei Zuständen arbeitet; denkt Shannon ingenieursmäßiger, hardwarebezogen, von der tatsächlich

elektromechanisch realisierbaren Schaltlogik aus, daher binär; Turing nicht primär an Binarität interessiert; vorgelagerte primäre binäre Entscheidung Eintrag / Nicht-Eintrag

- Bleistift und Papier vonnöten; Turing-Maschine kann im Kopf "gebaut" und betrieben werden, bedarf auch dort einer imaginären Papier-Maschinerie als Speichermedium für Zwischendaten; daher niemals wirklich abstrakt.

- gibt einen Takt, der bestimmt, daß Maschine stets in einem bestimten Zustand; gibt Quarz im Computer Takt vor für an/aus-Operationen, meint aber nicht "Zeit" im ephantischen Sinne: "clock" (Zeichnung Turing-Maschine nach Manovich) im Sinne von Takt; Diagramm von Manovich zeigt unter dem Titel "clock" nur den Zustand an

- Differenz der Turing-Maschine zu früheren Maschinen: zu einer echten Rekursion fähig; Problem, daß Tabellen keine Rekursion haben, vergleichbar dem Unterschied zwischen Babbages *Difference Engine* und seiner geplanten *Analytical Engine*

- "user" muß praktisch im Maschinencode programmieren

- Marvin Minsky, Computation

- Halteproblem, Entscheidungsproblem verunmöglichen den Wunsch nach einer Maschine, die Programme zu beliebigen Problemen generiert; Vermutung, daß es die gesuchte Maschine dazu geben muß; schließlich nachweisbar keine Maschine findbar, die den Sieger unter dieversen Kandidaten findet (Hinweis Manuel Bonik); erst als tatsächlich gebaute die Turing-Maschine ein Think-Thing (Bonik)

Operationen im Symbolischen

- nennt Friedrich Nietzsche seine Schreibkugel eine "Menschmaschine"

- anachronistischen Medienreihenfolge in Kittlers Titel *Grammophon - Film - Typewriter* (welche von Lacans notorischem "SRI" abschweicht): figuriert Schreibmaschine thematisch zuletzt, weil sie in ihrer Folge den Bogen schlägt zum (alphanumerischen) Computer - als Rückkehr (Rekursion) des Symbolischen im elektrotechnisch Realen der Maschine

- das Symbolische von Buchstaben und Zahlen als "eine Welt der Rechenmaschinen" = Kittler 1986: 248; die symbolische Ordnung als Schrift und Struktur des Archivs; das Reale "in seinen Zufallsserien" (stochastisch / Anarchiv); ist es der intellektuelle Kunstgriff in Turings Papier "On Computable Numbers" von 1936, daß er die reellen Zahlen mit seiner symbolischen Maschine als berechenbar erklärt. "The symbolic now encompasses linguistic signs in their materiality and technicity. That is to say, letters and ciphers form a finite set without taking into account philosophical dreams of infinity. What counts are differences, or, in the language of the typewriter, the spaces between the elements of a system.

For that reason, Lacan designates 'the world of the symbolic as the world of the machine'" = Kittler 1999: 15, unter Bezug auf: Lacan 1978/1988b = Jacques Lacan, 1978: The Four Fundamental Concepts of Psychoanalysis. Ed. Jacques-Alain Miller, trans. Alan Sheridan, New York

- zeichnet sich menschliche Intuititon durch Symbolgebrauch aus (Cassirer)

- „Die computertechnische *Theorie* erlangte erst nach der Entwicklung der *Maschine* Einfluß. Weshalb diese Umkehrung der historischen Reihenfolge?" = Douwe Draaisma, Die Metaphernmaschine. Eine Geschichte des Gedächtnisses, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1999, 165; zunächst Turings theoretischer Entwurf von 1936 "On Computerable Numbers" als mathematisches Traktat, dann der real gebaute Computer Colossus. „Was bot die Maschine, das die Theorie nicht bieten konnte?" = ebd.

- Computer eine symbolverarbeitende Maschine und / oder bloße Mechanik, dessen Operationen mit Signalen als bezeichnete Symbole bezeichnend interpetiert werden

Denk-Maschinen

- resultiert Turings Antwort auf ein metamathematisches Problem (*Entscheidungsproblem*) in einer Theoriemaschine, die Turing-Maschine, die jedoch erst in ihrer technischen Implementierung zunächst in Bletchley Park (Colossus), dann in der modifizierten von-Neumann-Architektur epochal wirkungsmächtig wird; Betonung des technomathematisch Machbaren für Medienwissenschaft wesentlich; wird hier äußerst konkret, was die Griechen ausdrücklich *mechaniké téchne* nannten und Hegel in seinen *Jenaer Systementwürfen* als die „abstrakte äußere Tätigkeit“ in Raum und Zeit definiert

- medien- und nachrichtentechnischer "Erfolg der Mathematik beruht auf der Trennung von Syntax und Semantik" = Bettina Heintz, Die Intransparenz der Zeichen. Mathematik, Kunst und Kommunikation, in: Jörg Huber / Martin Heller (Hg.), Konturen des Unentschiedenen. Interventionen, Basel / Frankfurt a. M. (Stroemfeld) 1997, 109-128 (109) - ein riskanter Spagat

- hat Hegel zunächst einen physikalischen, dann einen übertragen(d)en Medienbegriff: "Im Körperlichen hat das *Wasser* die Funktion dieses Mediums; im Geistigen, sofern in ihm das Analogon eines solches Verhältnisses stattfindet, ist das *Zeichen* überhaupt und näher die *Sprache* dafür anzusehen" = Bd. 6: Wissenschaft der Logik, Frankfurt / M. 1986, 431 - Symbolverarbeitung als Funktion des Mediums, als alphabetisierte Denkoperation

- Hegels Verhältnis zu dem, was heute technomathematische Maschinen sind, zunächst im diametralen Gegensatz zu dem, was zeitgleich Babbage

mit seiner Analytical Engine konzipiert; kommt mit Shannons Nachrichtenmedientheorie - anders als je zuvor (von Hegel) gesehen - das Rauschen ins Spiel, das keine Anleihen in der Sprache und ihrer Semantiken mehr macht. Bezüglich der symbolischen Mechanisierung von Gedanken aber sieht es anders aus.

- weigerte sich Hegel, "für den Ausdruck der Gedanken ein solches widerspenstiges und inadäquates Medium, als Raumfiguren und Zahlen sind, gebrauchen zu wollen und dieselben gewaltsam zu diesem Behufe zu behandeln" = G. W. F. Hegel, Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften, Zweiter Teil, Die Naturphilosophie, § 259

- insistiert die Frage, inwiefern "das philosophische Denken selbst ein maschinelles Denken, ein Denken der Maschine im genitivus subjektivus" ist = Werner Künzel, Charles Babbage. Differenz-Maschine, Berlin 1991, 21
- also formalisierbar im Sinne von Sybille Krämer 1988; medienarchäologische Denkweise steht auf Seiten dieser Vermutung

- ist ein technisches Medium, was Signale im Durchgang aufscheinen und verlauten oder sich rechnen läßt. Gegenüber einer inhaltistischen Analyse von Radio als Programmformat der medienarchäologische Stolz des Radios als Apparatur: "Der *Pflug* ist ehrenvoller, als unmittelbar die Genüsse sind, welche durch ihn bereitet werden, und die Zwecke sind. Das *Werkzeug* erhält sich, während die unmittelbaren Genüsse vergehn und vergessen werden" = zitiert nach: Martin Fontius, Kapitel xxx, in: Günther Klotz / Winfried Schröder / Peter Weber (Hg.), Literatur im Epochenumbruch, Berlin / Weimar (Aufbau) 1977, 527

- Maschinen(an)teil eines Denkprozesses ist das Algorithmische, wo der Weg das Ziel ist, also eine technologische Form von "Methode"; haben Descartes und Gödel die Frage nach Wahrheit durch die nach der Plausibilität der Argumentation ersetzt.

- definiert Hegel in seiner *Wissenschaft der Logik* das (syllogistische) "Mittel" - den *terminus medius* - als einen nahezu algorithmischen Mechanismus der logischen Argumentation: "Das *Mittel* aber ist die äußerliche Mitte des Schlusses, welcher die Ausführung des Zweckes ist; an demselben gibt sich daher die Vernünftigkeit in ihm als solche kund, in *diesem äußerlichen Andern* und gerade *durch* diese Äußerlichkeit sich zu erhalten" = zitiert nach: Martin Fontius, Kapitel xxx, in: Günther Klotz / Winfried Schröder / Peter Weber (Hg.), Literatur im Epochenumbruch, Berlin / Weimar (Aufbau) 1977, 527

- definiert G. W. F. Hegel 1802/03 die Maschine als eine Veräußerlichung der Arbeit. Sie geht durch das Mit-sich-selbst-identisch-Sein, das aber im Zeitvollzug differenziert ist, über das Werkzeug hinaus: "In dieser Abstumpfung der mechanischen Arbeit liegt [...] unmittelbar die Möglichkeit, sich ganz von ihr abzutrennen; weil die Arbeit ganz quantitativ ohne Mannigfaltigkeit ist [...]; es kommt nur darauf [an], ein ebenfalls totes Prinzip der Bewegung für dasselbe zu finden, eine sich differentiierende 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" = Hegel, Georg Wilhelm: Friedrich: System der Sittlichkeit [Critik des Fichteschen Naturrechts], hg. v. Horst D. Brandt, Hamburg 2002, 20 f.

- dieser klaren Analyse gegenüber Hegels bizarre Definition von Elektrizität; verpaßt die Hochzeit von Elektronik und Mathematik

- Hegels dialektische Philosophie, in welcher sich These und Antithese in dreifacher Weise zur Synthese aufheben: Sie werden "empor gehoben", sie "suspendieren" sich dabei gegenseitig und sie werden "bewahrt" - also ein dreifaches Verständnis von "Aufhebung"

- vergleicht Hegel das "leere Subjekt" mit der Flüchtigkeit des Tons, der nur im seiner zeitlichen Verlaufsweise existiert, sich zugleich auch darin erschöpft - bis daß signalspeichernde Analogmedien und digitales Sampling dieser Flüchtigkeit beikommen. In diesem temporalisierten "Tonfall" verkündet sich die privilegierte Nähe von hochtechnischen und sonischen Prozessen.

- kommt das Rechnen im algorithmengetriebenen Digitalcomputer zu sich: "Mechanisierung des Geistes und Vergeistigung der Materie fallen seitdem zusammen" = Friedrich Kittler, Die Nacht der Substanz, Bern (Benteli) 1989, 30 f.

- Grenzen der Reichweite medienwissenschaftlicher Epistmologie liegen in ihrer *Erdung* durch tatsächliche Medienprozesse

- "Elektromagnetische Relais der ersten Digitalcomputer kannten [...] nur die Zustände *ein* und *aus*, waren also inhärent zweiwertig" = Jörg Pflüger, Wo die Quantität in Qualität umschlägt. Notizen zum Verhältnis von Analogem und Digitalem, in: Martin Warnke / Wolfgang Coy / G. C. Tholen (Hg.), Hyperkult II. Zur Ortsbestimmung analoger und digitaler Medien, Bielefeld 2005, 27-94 (67); was Claude Shannons "Symbolical Analysis of Switching Relays" ein halbes Jahrhundert nach Charles S. Peirces erstem elektrischen Schaltplanentwurf zum heutigen Computer machte, ist das Operativwerden diagrammatischer Notationen - ein Grundmerkmal (der archäo-logische Grund) techno-logischer Medien; praktische Elektrisierung des Diagrammatischen dasjenige, was Peirce *en arché* als Schaltkreis auf Papier symbolisch zur Operation bringt; im 20. Jahrhundert physikalisch implementiert; Peirces Diagrammatik die logische Voraussetzungen für temporale Operativität von Schaltkreisen, die Medien zu Zeitmaschinen werden läßt (Argument Rico Hartmann); Verzeitlichung ist auf eine Frage des Mathematisch-Logischen reduzierbar; Schlußfolgern
als solches eine zeitdiskrete Schaltung von Denken und operativer Pragmatik

"Elektronenhirn"? Technische Simulation neuronaler Prozesse (Lectron)

- "The all-or-none character of the action potential and the behavior of the underlying voltage-dependent mechanisms may be conceptualized as the interaction of two feedback loops: a fast positive loop, and a slower negative loop" = Purves (Hg.) 2008: 738

- Begriff des Zeitkritischen im medienarchäologischen Zusammenhang gemeint im Sinne der Forschungen von Hermann Helmholtz, der sich mit der Laufzeit von Nervenreizungen beschäftigte; Unterschied zwischen Laufzeiten in Nerven und in elektrischen Leitungen - Helmholtz' eigener buchstäblich metaphorischer, nämlich an der Nachrichtenübertragungstechnik der Telegraphie orientierten Parallelisierung beider zum Trotz - selbst ein zeitkritischer und gebietet einer vorschnellen Analogisierung von binärem Computer und Signaltransfer im neuronalen System (McCulloch / Pitts) ebenso Einhalt wie dem Vergleich mit dem elektronischen Analogcomputer, den John von Neumann in diesem Kontext alternativ einführt = John von Neumann, Allgemeine und logische Theorie der Automaten, in: Kursbuch 8 (März 1967), 139-175 (145). Zum Einen sind die Impulsfolgen im neurologischen Hirn nicht regelmäßig: kein Takt im Sinne des clocking im Computer, sondern vielmehr Rhythmus, resultierend in erheblichen Streuungen zwischen aufeinanderfolgenden Intervallen = 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); umso nachdrücklicher eine zentrale neuronale Zeitfigur am Werk, die Synchronisation; erheblicher Teil des Vergleichs einkommender Signale spielt sich im neuronalen System als Zeitvergleich ab

Der eigentliche Computer (CPU)

- CD-ROM "Zuse" mit Einspielung Handkurbelung Z4 als demonstrative Verlangsamung der Operation eines Prozesses / Prozessors; auf Programmierebene, d. h. im Computer selbst: durch Interrupt-Befehle Schritt für Schritt abarbeiten lassen; Gretchenfrage: kann der Computer beim Rechnen sich zeigen?

- "Aufbau einer EDV-Anlage", aus: Das große Mathematikbuch, Köln (VEMAG) o. J., 491f

- Ludwig Graf (Hg.), Telekolleg II: Datenverarbeitung, München (TR-Verlagsunion) 1994, 7-12 (Steuerwerk / ALU, bit/byte, ASCII, Peripherie)

- Konrad Zuse, Der Computer. Mein Lebenswerk, München (moderne industrie) 1970, 38-47 (mechanisches Rechen- und Speicherwerk; Relais, mit Abbildungen)

- Poster mit vergrößerten Ausschnitten Zuse-Rechner, Technikmuseum Berlin

- Blockdiagramm / Blockschema Z22; Form des Diagramms/Schemas als Zwischending von Logik und materieller Implementierung

- technische Zeichnung von Charles Babbages Differenz-Maschine Nr. 1 (vorgeführt 1862 auf der Weltaufstellung London), aus: Künzel 1991

- Diagramm (Manovich) der Turing-Maschine; Diagramm keine technische Zeichnung / Blaupause

- Kopfträger eines AEG Magnetofons (3 Köpfe: Löschkopf, Sprechkopf und Hörkopf); wird nicht zusammengedacht wie Schreib-Lesekopf der Turing-Maschine; Entwicklung des Magnettonbands zwar zeitgleich zu Turing, aber von der linearen Logik der Schallaufzeichnung her gedacht, nicht in diskreten Sprüngen wie Turing-Band oder Zuses Filmstreifen, der in frames segmentiert ist

- Wolfgang Link, Assembler Programmierung, Poing (Franzis) 2004, Kap. 2: "Die Mikroprozessorfamilien 80x86 und Pentium", 13-23

- jede Turingmaschinen-Visualisierung auf Computerbildschirm tautologisch, insofern als jeweilige Implementierung bereits ständig am Werk; korreliert damit Architektur Medientheater: was im Signallabor unterirdisch gerechnet wird, aber sublim uneinsehbar bleibt, in Szene verräumlichen

- ereignet sich im Elektronenrechner, was in Blockschemata als Mikroprozessor bloß gezeichnet gezeichnet wird (Register etc.), in Form von Stromimpulsen, mithin das operativierte Diagramm (in Z1 zunächst noch elektromechanisch); Zuse 1970: 38 ff.

- gilt von vier auf acht Bit erweiterter Intel-Prozessor 8008, seit April 1972, als vollständiger Computer auf einem Chip: INTELligence

Rechnen mit Quanten

- "information is physical"(Rolf Landauer im Kontrast zu Norbert Wiener)

- makroweltlicher Hochgeschwindigkeitscomputer und
das Rechnen mit Kugeln auf einem Abakus äquivalent; in beiden Fällen Information in einem System dargestellt, das den Gesetzen der klassischen Physik genügt; wird indes mit Materie selbst gerechnet (Atome, Photonen), kommen Quantenphänomene zum Zug: Superposition, Verschränkung; Information empfindlich gegen Störung von außen durch Beobachtung / Messung; Dekohärenz; vermag nur Rechner selbst beim Rechnen sich selbst wahrzunehmen? wird hier nicht aufsetzend (intransitiv) auf Materie (Silizium) gerechnet, sondern transitiv *mit* Materie, insofern sie Quantensprünge macht - auf dem Weg zu einer wirklich operativen Welt-als-Zahl; *computational universe*

Mehrwertige Logik(maschinen)

- diskrete algorithmische Prozeßabarbeitung / Zustandsmaschinen; autonomer Automat: die durch die Funktion s = f(s) erklärte Zuordnung des nächstfolgenden Status zum vorliegenden Status in einem jeden Schritt als AUTOMAT bezeichnet

- A. A. Zinovyev, russ. Publikation / engl. Übers.: Philosophical Problems of Multi-valued Logic, Inst. of Philosophy of the Acad. of Sciences USSR, Moskau 1960; Jochen Hunger, SETUN, Leipzig (Hochschule für Graphik und Buchkunst) 2007

- INTEL baut eine Zeitlang mehrwertige (etwa vierwertige) Logikbausteine *in Speichern*; auch Netzübertragungen z. T. mehrwertig, dann als zweiwertig ausgegeben

- "schalten und walten": Logikgatter von aussagenlogischen Funktionen wie von Materie geprägt

Logik / Syllogismus

- Zusammenhang von Rechenkalkül, Lotteriestpiel und musikalischer Komposition; Sebastian Klotz, *Ars combinatoria* oder "Musik ohne Kopfzerbrechen". Kalküle des Musikalischen von Kircher bis Kirnberger, in: Musiktheorie Bd. 14 (1999), Heft 3, 231- 245

- kartesisches Denkmodell; Leibniz' Bedenken gegenüber Descartes' "seelenlosem" Maschinenbegriff

- regelgeleitetes Vorgehen in der Syllogistik; Schlußfolgerungen kommen nur dann zustande, wenn sie - ganz und gar medienoperativ - *vollzogen* werden, also in sich ein Zeitmoment enthalten; wird aus einer rein logischen Anordnung (Aussage) damit eine Techno-Logie

- bleibt bei Aristeoteles (und seiner scholastischen Rezeption) Logik auf Syllogismus beschränkt - auf die rhetorische, sprachliche Operation. Demgegenüber nach 1850 "in jedem Jahrzehnt mehr Fortschritte auf diesem Gebiet erzielt als in der ganzen Zeit von Aristoteles bis Leibniz" = Bertrand Russel, Die Mathematik und die Metaphysiker, in: Kursbuch 8, März 1967, 8-25 (10) - Boole, Peano u. a.; Unterlegung einer linearen historischen Zeitleiste verzerrt hier das Bild; angebrachter ein Modell zeitlicher Cluster, Morphing / Ausstülpung / Verdichtung

- wird Syllogistik in der Sprache der Programmierung später die IF-THEN-Schleife sein (wenn ..., dann ...); Aristoteles führt in diesem Zusammenhang die Variablenlogik ein (a b c), doch rechnet nicht mit diesen Zeichen, sondern kombiniert Sätze; erst in Frühneuzeit ein algebraisches Rechnen mit Buchstaben anstatt mit Zahlen (Vieta)

- scheint in der logischen Operation des rhetorischen Syllogistik ein Medienbegriff durch, der auf unabsehbare Zeit auch seine Technifizierung dominiert: das Zwischenargument gilt als schlichter logischer "Medien"kanal (*medius terminus*), der in und nach der Vermittlung zweier Aussagen zum Verschwinden kommt

- syllogistisches Prinzip als Verfahren einer vor-algorithmischen Prozedur, eine logische Maschine; soll hier von Mechanisierung oder Maschinisierung der Logik die Rede sein?

Zahlen und Buchstaben

- Grundlegende Operation der Analysis, d. h. Zerlegung einer Menge in kleinste / einzelne Teile, die dann in einer Umkehroperation synthetisiert wird

- Erfindung Gutenbergs machte nicht nur Bücherwissen identisch reproduzierbar, sondern in Kopplung an aus Indien und Arabien importierten Zahlen im selben Medium Druck auch in Katalogen adressierbar (alphanumerische Signaturen, Register, identische Seitenzahlen) = Friedrich Kittler, Das Buch - eine Episode? Gutenberg unter Computerbedingungen, in: Neue Züricher Zeitung (internat. Ausgabe), 4./5. Januar 1997, 47; Option liegt nun darin, Buchstaben und Ziffern einander zuzuordnen, wie die Metadaten von Archiven und Bibliotheken (Gedächtnisadressierung). Buchdruck, der alles reproduziert, und Algebra, die alles berechnet (beides seit 1500), aber liefen in Europa die längste Zeit nicht zusammen; dies vollzieht sich erst nach 500 Jahren „Latenzzeit Europas" = Friedrich Kittler, Die Informationsbombe, im Gespräch mit Paul Virilio, ausgestrahlt im deutsch-französischen Kulturkanal ARTE November 1995; das nicht aus dem Wunsch nach kultureller Selbstvollendung oder -optimierung, sondern auf dem Höhepunkt des Zweiten Weltkriegs unter dem Druck militärischen Aufklärungsbedarfs (die zugleich mechanisierte und mathematisierte Dechiffrierung deutscher *Enigma*-Botschaften auf der Grundlage von Alan Turings universaler Maschine in Bletchley Park, England); mit der Fragen *Europa und die Medien* diese Latenz, nicht das Archiv denken

- wenn Ziffern in Büchern als Adresse (Seitenzahlen) auftauchen und damit Indices ermöglichen, adressieren sie immer nur Seiten, nicht Worte oder Sätze, schon gar nicht einzelne Buchstaben. Zwar entspricht die alphabetische Ordnung von Büchern in Bibliotheken auch der Grundlage ihrer buchstäblichen Setzung (durch Setzkästen oder Tastaturen), doch erst wenn Alphabet und Nummern zu Alphanumerik verschmelzen, sind Wissen (als Speicher) und Programme (als seine Verarbeitung) gleich mächtig. Buchstaben auf Buchrücken (Titel) adressieren Buchstaben als Inhalt der Bücher; darunter nennen Kombinationen aus Zahlen und Buchstaben den Standort in der Bibliothek. Adresse und Gespeichertes finden im selben Medium statt, werden aber getrennt gehalten. Erst wenn alphanumerische Signaturen in Katalogen mit dem Inhalt der Bücher selbst verschmelzen, kann sich Wissen selbst sortieren, wenn also

Druckbuchstaben selbst aus einer Kombination von Ziffer und Buchstabe bestehen

- "In Philosophia habe ich ein mittel funden, dasjenige was Cartesius und andere per Algebram at Enalysin in Arithmetica et Geometria gethan, in allen scientien zuwege zu bringen per Artem Combinatoriam, welche Lullius und P Kircher zwar excolirt, bey weitem aber in solche deren intima nicht gesehen. Dadurch alle Notiones compositae der ganzen welt in wenig simbolices als deren Alphabet reduciret, und aus solches alphabets combination wiederumb alle dinge samt ihren theoremâtibus, und was nur von ihnen zu inventiren müglich, ordinata mehtodo, mit der zeit zu finden, ein weg gebahnet wird. [...] als mater aller inventionen" = Gottfried Wilhelm Leibniz, Die philosophischen Schriften, Bd. 1, hg. v. C. J. Gerhardt, Hildesheim 1965, 57 f.

- kombinatorisches Zeichensystem muß beweglich sein, korrespondierend mit den beweglichen Lettern des Gutenbergschen Setzkastens selbst

- Name ist gleich Adresse in Büchertiteln, Signaturen

- Buchstabenschrift analytisch, nicht notwendig logozentristisch. "Die Buchstabenschrift ist an und für sich die intelligentere; in ihr ist das *Wort*, die der Intelligenz eigenthümliche würdigste Art der Aeußerung ihrer Vorstellungen, zum Bewußtsein gebracht, zum Gegenstande der Reflexion gemacht. Es wird in dieser Beschäftigung der Intelligenz mit demselben analysirt <sic>, d. i. das Zeichenmachen wird auf seine einfachen, wenigen Elemente (die Urgebehrden es Articulirens) reducirt" = Georg Wilhelm Friedrich Hegel, Gesammelte Werke, hg. im Auftrag der Dt. Forschungsgemeinschaft, Bd. 20: Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse (1830), hg. v. Wolfgang Bonsiepen / Hans-Christian Lucas, Hamburg (Meiner) 1992, 456

- Buchstabenschrift bringt „den Geist von dem sinnlich Concreten zu der Aufmerksamkeit auf das Formellere, das tönende Wort und dessen abstracte Elemente“ = ebd., 458; Leibniz behandelt Töne wie Buchstaben: Musik als Mathematik, eine medienarchäologische Ästhetik. "Leibniz galt die Musik noch als nüchternes extercitium arithmeticae occultum nescientis se numerare animi. Der Genuß, den sie gewähre, sei mit der Freude zu vergleichen, die die Lösung einer arithmetischen Aufgaben mit sich bringt" = P. Bonaventura Meyer, APMONIA. Bedeutungsgeschichte des Wortes von Homer bis Aristoteles, Diss. Phil. Fak. Freiburg i. d. Schweiz, Zürich (Leemann) 1932, 60

Leibniz: Die Kalkulierbarkeit von Literatur

- scheitert Leibniz bei dem Versuch, die Klassifikation der Bibliothek mit dem System des Wissens zur Deckung zu bringen; Tableaus präfigurierter Schemata stellen für Bibliothekspraxis ein Problem dar, das Leibniz durch Indices und alphabetische Kataloge zu umgehen sucht; stattdessen Suche nach einer universalen *ars characteristica*: "Man kann unter `System´ das

Ordnungsprinzip eines komplexen Phänomens verstehen, während die Klassifikation als eine Form der Einteilung quasi äußerlich bleibt" = Ulrike Steierwald, Wissen und System: zu Gottfried Wilhelm Leibniz´ Theorie einer Universalbibliothek, Köln (Greven) 1995, 40; heißt Sortierung

- maschinelles Lesen / Illiteralität; Intelligenztests, besonders in der militärischen Eignungsdiagnostik im Ersten Weltkrieg. Diese setzten (schon um die ganzen Illiteraten oder verschiedensprachigen Einwanderer rekrutieren zu können) auf Tests, deren Ergebnisse nicht von spezifischer Vor-Bildung und kultureller Prägung abhängig sein dürfen (Hinweis Claus Pias)

- „Das Alphabet erfaßt die Welt“ (Brockhaus) - und damit all das *nicht*, was nicht alphabetisch anschreibbar ist

- „Es müßte sich [...] eine Art Alphabet der menschlichen Gedanken ersinnen und durch die Verknüpfung seiner Buchstaben und die Analysis der Worte, die sich aus ihnen zusammensetzen, alles andere entdecken und beurteilen lassen" = Leibniz, zitiert nach: Steierwald 1995: 41

- binäre Logik oder metaphysische Metapher? In Brief vom 18. Mai 1696 schreibt Leibniz: "Wunderbarer Ursprung aller Zahlen aus 1 und 0, welcher ein schönes Vorbild gibet des Geheimnißes der Schöpfung, da alles von Gott und sonst aus Nichts, entstehet: Essentiae Rerum sunt sicut Numeri" = zitiert nach: Hans J. Zacher, Die Hauptschriften zur Dyadik von G. W. Leibniz. Ein Beitrag zur Geschichte des binären Zahlensystems, Frankfurt / M. (Klostermann) 1973, 209; Leibniz baut die von ihm angedachte dyadische Rechenmaschine nicht

- „Die kombinatorische Universalbibliothek hätte keinen Leser. Weshalb sollte sie auch? Die überwältigende Masse ihres Bestandes wäre ganz und gar wertlos; was ineiner der natürlichen oder künstlichen Sprachen überhaupt lesbar wäre, müßte immer noch nicht Beziehung zur Weltgeschichte haben. Die Exemplare reeller Historie herauszufinden, setzte einen Benutzer der Bibliothek voraus, der alles schon wüßte, was darin zu stehen hätte - einen jener der Neuzeit vertrauten Dämonen vom Typus der Laplaceschen Intelligenz. Für diesen wären die wahrheitshaltigen Bücher ebenso nutzlos wie die sinnlosen.“ <Blumenberg 1993: 133>

- hat Kurd Lasswitz den Umfang der Universalbibliothek ausgerechnet: $10^2 \times 10^6$

- kalkuliert E. R. Curtius Literatur mit ideengeschichtlich ernüchterter Nachkriegsästhetik: "Die Philologie [...] bedeutet für die Geisteswissenschaften dasselbe wie die Mathematik für die Naturwissenschaften. [...] Die Geometrie demonstriert an Figuren, die Philologie an Texten. Die Mathematik darf sich mit Recht ihrer Exaktheit rühmen. Aber auch die Philologie ist der Strenge fähig" = Vorwort zur zweiten Ausgabe (Bonn, Dezember 1953), in: Ernst Robert Curtius, Europäische Literatur und lateinisches Mittelalter [*Bern 1948], 8. Aufl. Bern / München (Francke) 1973, 10

Buch(staben) und Bibliothek mit Borges

- Konrad Zuse, *Rechnender Raum* (1967)

- läßt sich für ein physikalisches System kaum von Nachrichtenübertragung sprechen - es sei denn unter der Voraussetzung, daß physikalische Zustände *als* quasi-Turing-"Zustände" ein Wissen *haben*

- Borel 1907: eine Million Affen an Schreibmaschinen; wenn diese nun an Computer sitzen, kommt die Differenz von Schreibmaschine und Computer zum Zug: insofern sie nicht nur auf der Interface-Ebene schreibmaschinell auf Tastatur Buchstaben kombinieren, sondern auf der Code-Ebene (also auf dem Band der Turing-Maschine) ein *random bit* generieren, löst eine zufällig getippte Eins oder Null (gekoppelt an "run"-Befehl / Compiler?) einen Algorithmus aus, verantwortlich für nonlineare Entwicklungen bzw. Musterbildung

Leibniz: *Apokatastasis panton*

- in Mathematik vertraut als Poincaré-Wiederkehr

- einmal in Symbolen registriert (Phoneme, Buchstaben, Ziffern), ist die Welt, in jeweils endlichen Zeichenmengen, berechenbar (*computerable numbers*): "Die Zahl aller möglichen Bücher begrenzten Umfangs, die aus den bezeichnenden und nicht bezeichnenden Worten zusammengesetzt sind, kann fest umschrieben werden und in dieser Zahl sind dann also alle sinnvollen Bücher eingeschlossen" = Leibniz-Fragment *Apokatastasis (panton)* [Urtext, Titel in griechischen Lettern], veröffentlicht im lateinischen Original und zitiert nach der deutschen Übersetzung durch und in: Max Ettlinger, Leibniz als Geschichtsphilosoph, München (Kösel & Pustet) 1921, 27-34 (27)

- macht Leibniz „die Annahme, daß die öffentliche" - also archivisch-kanzleimäßig registrierte - "Geschichte des Erdkreises annalistisch in einem Buche [...] hinreichend niedergeschrieben werden kann, so folgert, daß auch die Zahl der möglichen unter sich verschiedenen, öffentlichen Geschichten des Erdkreises eine endliche ist und N nicht überschreitet“ = Leibniz ebd., 28. "Wenn auch jedes Jahr auf 10 000 Stunden bemessen wird, würden doch zur Beschreibung jeder beliebigen Lebensstunde jedes beliebigen Menschen 10 000 Buchstaben ausreichen" = ebd., 29

- gilt (als Daten) alles, was aufgeschrieben werden kann; dagegen steht das Kontinuierliche: „Auch wenn ein früheres Zeitalter sich wiederholt, soweit dies sinnlich wahrnehmbar ist oder in Büchern beschreibbar, so wird es sich doch nicht gänzlich und in allen Einzelheiten wiederholen; denn immer werden doch Unterschiede, wenn auch unmerkliche und in Büchern nicht hinreichend bezeichenbare, vorhanden sein. Da das Kontinuum in faktisch unendliche Teile zerlegbar ist, existiert zumal in

jedem Bruchstück der Materie eine Welt unendlicher Geschöpfe. Freilich wenn die Körper aus Atomen beständen, dann würde alles genau in der gleichen Vereinigung der Atome sich wiederholen [...]. Aber eine solche Welt würde dann eine Maschine sein" - und somit als Archiv speicherbar; etwa das Internet *in toto*", "welche ein Geschöpf von begrenzter Vollkommenheit restlos zu erkennen vermöchte, was aber in der wirklichen Welt nicht stattfindet" = Leibniz, Apokatastasis Panton, ebd., 31

- sucht Leibniz' Fragment *Apokatastasis panton* eine Bibliothek zu konstruieren, in der die gesamte zur Realität gekommene Geschichte der Menschheit gespeichert ist: "Die Texte kämen durch ein konsequentes Durchspielen aller möglichen Buchstabenkombinationen zustande. Gegeben seien Folianten von je 10.000 Seiten zu hundert Zeilen [...]. Die Zahl der Bücher, die aus dem Material der Schrift durch alle möglichen Kombinationen entstehen würden, wäre durchaus endlich. Entsprechend dem prähistoristischen Zeitalter, sind für Leibniz Erlebbares und Protokollierbares, also `wirkliche´ und `geschriebene´ Geschichte - noch kongruent. Ein Benutzer dieser Bibliothek müßte die Exemplare mit sinnvollen Buchstabenkombinationen und damit entzifferbaren Geschichten herausfinden" = Ulrike Steierwald, Wissen und System: zu Gottfried Wilhelm Leibniz´ Theorie einer Universalbibliothek, Köln (Greven) 1995, 65. Doch ist allein Semantik ein Maß für Ordnung? definiert Borges das Gesetz der Bibliothek: "Daß sämtliche Bücher, wie verschieden sie auch sein mögen, aus den gleichen Elementen bestehen: dem Raum, dem Punkt, dem Komma, den zweiundzwanzig Lettern des Alphabets" = Jorge Luis Borges, Die Bibliothek von Babel. Erzählungen, Stuttgart (Reclam) 1974, 51, zitiert nach: Steierwald 1995: 58

- Leibniz' Versuch, ein virtuelles Gesamtprotokoll der Welt zu *kalkulieren*, d. h. aus einer *auf*, nicht *er*zählenden Kombinatorik aller verfügbaren Buchstaben hochzurechnen; Genre der Annalen und Chroniken: „ich habe dadurch alles was erzehlet werden soll, gefunden" = Leibniz an den Herzog Johann Friedrich von Braunschweig-Lüneburg, ca. 1671; Hans Blumenberg, Die Lesbarkeit der Welt [*1983], 3. Aufl. Frankfurt / M. 1993, 121-149 (128 ff.), über Leibniz´ Phantasie Apokatastasis (Fragment von 1715); erst als (Symbol-)Folge aufschreibbarer Ereignisse, Prozesse als Geschichte faßbar, speicherbar, berechenbar, übertragbar; kalkuliert Leibniz für die Notation jeder privaten Lebensstunde eines Individuums 10 000 Lettern und hat damit Subjektivität finit berechenbar gemacht: "Also eine Seite von 100 Zeilen, jede zu 100 Buchstaben berechnet. [...] Daher würde für ein Werk, welches die annalistische Geschichte des ganzen Menschengeschlechts bis in alle Einzelheiten enthält, eine Anzahl von Buchstaben nicht überschritten zu werden brauchen, welche sich auf hunderttausend Millionen [...] beliefen" = Leibniz in Ettlinger 1921: 29; was sich der binären Logik entzieht, so nicht mehr faßbar: „semper enim forent discrimina etsi imperceptibilia et quae nullis libris describi possint" = Gottfried Wilhelm Leibniz, Apokatastatis panton, zitiert nach: Blumenberg 1993: 141 = in: Max Ettlinger, Leibniz als Geschichtsphilosoph, München 1921, 31

- erst Textformat Buch gibt Buchstabenmengen eine diskrete Form; geht Leibniz „auf all die denkbaren Bücher zurück, die überhaupt aus beliebigen Kombinationen von Buchstaben zu Wörtern zustande kommen könnten: *ex vocabulis significantibus vel non significantibus*“ = zitiert nach Blumenberg 1993: 130; Unterscheidung von Semantik und Unsinn wird damit zunächst hinfällig; im Sinne der mathematischen Nachrichtentheorie haben hier ein Höchstmaß an potentieller *Information*; kombinatorische Universalbibliothek hat zunächst keinen menschlichen Leser. "Weshalb sollte sie auch? Die überwältigende Masse ihres Bestandes wäre ganz und gar wertlos [...] Dämonen vom Typus der Laplaceschen Intelligenz. Für diesen wären die wahrheitshaltigen Bücher ebenso nutzlos wie die sinnlosen" = Blumenberg 1993: 133

- Gedankenalphabet macht Denken mechanisch kalkülisierbar; Leibniz' algebraischer Kalküls veräußert das Denken an ein formalsprachliches Beschreibungsinstrument; Medienarchäologisierung, d. h. verdinglichte Mathematik; allein im Rahmen dieses geschlossenen Zeichensystems "Wahrheit und Falschheit einer Ausage […] durch die Syntax zu beantworten“ <Steierwald 1995: 42> - Verabschiedung der Semantik; steht am Ende dieser Bibliothek "die Rechenmaschine" = Werner Künzel / Peter Bexte, Allwissen und Absturz. Der Ursprung des Computers, Frankfurt / M. / Leipzig (Insel) 1993, 540; auf Seiten einer Informatik, die auch die scheinbare Tiefendimension von Semantik syntaktisch entziffert, statt geisteswissenschaftlicher Hermeneutik

Technomathematische Existenzweisen von Medien

- Leibniz in *De Progressione Dyadica*: "Diese Art von Kalkül könnte auch mit einer Maschine ausgeführt werden" = zitiert hier nach: Bauer 2009: 14 - der erste binäre Rechner

- unterscheidet den real existierenden, weil in der Welt und damit in der Zeit seienden Computer von allen abstrakten Mathematiken, die der Wissens-, aber nicht notwendig der Mediengeschichte angehören; Oskar Becker befürwortete ausdrücklich "die intuitionistische Forderung, jeder mathematisch existente Gegenstand müsse durch eine in concreto und de facto vollziehbare Konstruktion 'dargestellt' werden können", und formuliert von daher das Postulat: "alle mathematischen Gegenstände sollen durch faktisch vollziehbare Synthesen erreicht werden können. […] Echte ('existente') , mathematische Phänomene 'sind' nur in faktisch vollziehbaren Syntaxen" = Oskar Becker, Mathematische Existenz, 2. Aufl. Tübingen (Niemeyer) 1973 [*19xxx], 196; deutet Becker den Begriff der "Ontologie" im Sinne der "Hermeneutik der Faktizität" (Heidegger), als faktische Vollziehbarkeit, also als Operativität <ebd.>

- läßt sich Medientheorie unter hochtechnischen Bedingungen nicht mehr auf einen schlicht apparativen Medienbegriff reduzieren, sondern meint eine Kopplung von Artefakten, Prozessen und Algorithmen, die auf einer mittleren medienarchäologischen Ebene operativ und zeitkritisch

stattfinden; steht Medientheorie also Leibniz´ Sprache der Kalküle ebenso nahe wie McLuhans nicht-inhaltistischem Medienverstehen

- sucht Alan M. Turing 1952 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", und fügt in Klammern hinzu: "This is also what is chiefly required for an understanding of mechanical and electrical oscillations" = Alan M. Turing, The Chemical Basis of Morphogenesis, in: Philosophical Transactions of the Royal Society, Bd. 237 (1952), 37-72 (39) - also zum Verständnis von elektrotechnischen Medienphänomenen an sich und ihrer verblüffenden Analogisierbarkeit zu mechanischen Vorgänge (Pendelschwingungen)

- Thesen des Wissenshistorikers Alexandre Koyré zufolge "besagen zunächst, daß die Wissenschaft Theorie ist und die Theorie in erster Linie Mathematisierung" = Canguilhem 1979: 27 - mit unerbittlichen Konsequenzen für den Begriff von Medientheorie, die aus dem Reich der abstrahierten Anschauung (*theoría*) unter umgekehrten Vorzeichen zur Funktion einer Mathematik jenseits der Anschauungskrise geworden ist, konkret auf der Basis der daraus resultierenden symbolverarbeitenden (Turing-)Maschine; "Mathematisierung der Erfahrung" = Bachelard 1974: 42

Einsicht des Infinitesimalen: Differential- und Integralrechnung

- Kathodenstrahlbild am Fernseher als Differentialrechner (Wiener 1948); erlaubten Differentiale es, die Steigung beliebiger Kurven zu verfolgen

- Beschreibung in Science Museum, London: Mechanical Analogue Computer (MAC) 1958; "tape-connected" computer: motor providing time-base for integrators and chart recorder; Manchester University Differential Analyser: "Experienced operators found that watching the turning of the shafts gave them an insight into the mathematical processes involved in solving the equation; a number of interconnected integrating mechanisms: analogue method arriving at a numerical solution to a differential equation

- Turing 1936/37; Endlichkeit Einschränkung der Universellen Maschine; Turings Schere: zweidimensionales kariertes Rechenpapier, beschrieben mit Formeln, in Streifen schneiden, hintereinander kleben, damit "unendliches" Band; Tonbandschleife, kinematographisches Zelluloid

- Definition von Kalkül; fordert Otlet für Informationsmaschinenverbund "uneingeschränkte mechanisch Handhabung sämtlicher aufgezeichneter Informationen für die Gewinnung neuer Bestandskombinationen, neuer Ideenkonstellationen, neuer symbolischer Operationen" = Otlet 1934: 391; Karsakov 1832. Im Begriff der symbolischen Operation nistet der Kalkül, die operative symbolische Maschine; seit Gottfried Wilhelm Leibniz damit die logischen Aussagen der aristotelischen Syllogistik in Symbole umgewandelt, die dann wie Zahlen und Gleichungen behandelt, also auch

technomathematisch operational werden können; Sybille Krämer, Symbolische Maschinen, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1988; wird aus Textwissen damit *mathesis*

Harte Arbeit am Begriff (Hegel): Maschinen denken und mechanisierte Mathematik

- Konrad Zuse in seiner *Einführung in die Allgemeine Dyadik*: "Unter 'Rechnen' wollen wir also verstehen: Aus gegebenen Angaben nach einer Rechenvorschrift neue Angaben zu bilden" = Typoskript, ca. 1937, 1; Verfahren / Kalkül an sich noch unzeitkritisch und unrhythmisch

- Fregesche Begriffsschrift läßt sich unmittelbar als elektrischer Schaltkreis interpretieren = Hoering 1957. "Dabei wird der Wahrheitswert der Variablen A und B durch entsprechende Spannungen am rechten Ende der Schaltung dargestellt und als Resultat durch eine geerdete Anzeigelampe links. Die zentralen Grapheme der Begriffsschrift werden gewisesrmaßen direkt für ihre extension leitend gemacht, indem nämlich der waagrechte Inhaltsstrich als Draht interetiert wird, der senkrechte Strich der Implikation und Negation als primitive Schaltelemente. Dabei ist das, was die Zeichnung kurschließt genau das, masman aus ihr schließen kann - diese Interpretation versucht, die Form der Schrift als Beschreibung eines logischen Zusammenhangs als Mechanismus zu aktualisieren" = Julian Rohrhuber, Das Rechtzeitige. Doppelte Extension und formales Experiment, in: Volmar (Hg.) 2009 - ein elektrischer Syllogismus; Shannons Schaltalgebra

- situiert Reuleaux Kinematik I, 1875: 246 seine Zeichensprache gegenüber Charles Babbages "mechanical notation" in ders., On a method of Expressing by signs the action of machinery (1826) = Berz 2001: 175 f.

- Gauss am 1. September 1850 in einem Brief an Schumacher: "Es ist der Charakter der Mathematik der neueren Zeit [...], daß durch unsere Zeichensprache und Namengebung wir einen Hebel besitzen, wodurch die verwickelsten Argumentationen auf einen gewissen Mechanismus reduziert werden [...]. Wie oft wird jener Hebel eben nur mechanisch angewandt, obgleich die Befugnis dazu in den meisten Fällen gewisse stillschweigende Voraussitzungen impliziert. Ich fordere, man soll bei allem Gebrauch des Kalküls, bei allen Begriffsverwendungen sich immer der ursprünglichen Bedingungen bewußt bleiben, und alle Produkte des Mechanismus niemals über die klare Befugnis hinaus als Eigentum betrachten."

- zur Sammlung "mathematischer Instrumente": Zirkel und Winkelmesser, zu denen auch Sonnenuhren und Astrolabien gezählt werden, "verdeutlicht das analoge "Rechnen" mit Längen und Winkeln ohne die Verwendung von Zahlen. [...] Proportionalzirkel stellen den historischen Vorläufer der logarithmischen und speziellen Rechenschieber des 19. und 20. Jahrhunderts dar" = http://www.deutsches-museum.de/ausstell/dauer/inform/infor1.htm, Zugriff 7-6-06

- Herzog August Bibliothek von Wolfenbüttel, der er selbst als Bibliothekar einmal vorstand, bewahrt Leibniz' *Explication de l´Arithmetique Binaire* (datiert 1701); berichtet er in den "Mémoires de Mathématique & de Physique" der *Histoire de l´Academie Royale des Sciences* von Paris (Année MDCCIII, Druck 1705) von seiner Vermutung, "dass durch dieses Mittel" - Zahlenketten als mathematische Maschine - "und durch die unendlichen Reihen, dargestellt in dieser Form etwas zu erreichen ist, was auf andere Weise nicht leicht gewonnen werden kann"

Mechanisierung der Mathematik: der Kalkül

- ist sich Spencer-Brown bewußt über den mikro-temporalen Unterschied, den der Akt der Markierung macht; Kalkül ein "Vorgang, durch den sich eine Form infolge von Schritten in eine andere vewandelt" = Spencer-Brown 1997: 10; nicht Semantik, sondern Syntax zweiter Ordnung: mathematische Kalkulierbarkeit der Welt

- Implikationen des Vokalalphabets bis hin zu "Alphabeten" der Nachrichtentechnik

- Differenz zwischen Simulation und Emulation: Physis *versus* Turing-Maschine

- Metronom gibt den Takt vor: "beats per minute", Tempoeinstellungen; wird die Wahrnehmung von Takt durch die Taktzeit als Abtastzeit; 1/T = fT (Taktfrequenz) unterlaufen, im Sinne der Leibnizschen *pétites perceptions*; beschreibt Leibniz "die Wahrnehmung eines künstlichen Transparenten, wie ich es bei den Uhrmachern gesehen haben, das durch die rasche Umdrehung eines gezahnten Rades entsteht" , wobei die menschlich-analytische Wahrnehmung die "Vorstellung der Zähne des Rades [...] nicht zu entwirren vermag" = zitiert in Siegert 2003: 183; Fourier-Analyse *avant la lettre* schon im mechanischen Uhr-Modell Leibniz´ angelegt: verschwinden "die einzelnen Zähne für uns und (erscheint) statt ihrer ein scheinbar kontinuierliches Transparent, das sich aus der sukzessiven Erscheinung der Zähne und ihrer Zwischenräume zusammensetzt, wobei indes die Aufeinanderfolge so schnell ist, daß unserse Vorstellung an ihr nichts mehr unterscheiden kann. Man findet also wohl diese Zähne in dem distinkten Begriff von diesem Transparent, nicht aber in der verworrenen sinnlichen Auffassung, deren Natur es ist, verworren zu sein und zu bleiben" = Leibniz, zitiert in Siegert 2003: 183

- Stochastik, Markov-Ketten und Übergangswahrscheinlichkeiten: finden Eingang bis in die Anleitung des *Trium*-Handy für die Erstellung von Kurznachrichten (SMS): "Drücken Sie im T9 Modus (Buchstabenalgorhythmus <sic!>) eine Taste nur einmal [...] Falls das Wort nicht gebildet wird, drücken sie "0", um andere passende Wörter anzusehen. Wird Ihr Wort per T9 Logik nicht gefunden [...]", bedarf es allerdings der menschlichen Intervention namens Volltextschrift.]

- Descartes' Begriff der "Methode" als Verfahren (Plausibilitäts- statt Wahrheitsbehauptung); Definition "Kalkül" (Leibniz-Sprache)

- mathematische Theorie der Kommunikation (Shannon) nimmt - anders als Umberto Ecos *Semiotik* - ausdrücklich nicht in Anspruch, die semantischen Prozesse im Akt der Informationsverarbeitung mitzudefinieren; bewegt sich die Informatik auf die Semantisierung des Computers zu, etwa im Konzept des "semantic web" (dazu Tim Barners-Lee, der "Erfinder" des Internet = Protokoll). Ein Beispiel aus der Fachliteratur: die Google-Suche mit dem schlichten Buchstaben "M" ergibt theoretisch ein 24tel des Buchstabenbestands im Internet (also eine statistische Meßeinheit / Maß<an>gabe im Sinne Shannons), andererseits leistet das *semantic web* jedoch an dieser Stelle auch den Verweis auf den Film *M - eine Stadt sucht einen Mörder* von Fritz Lang

- Parser "eine Software die die Syntax einer Sprache analysiert. Ein Parser entscheidet, ob ein Quelltext valide ist bezogen auf eine formale Sprache mit einer vorgegebenen Grammatik. Parser werden beispielsweise von Compilern eingesetzt, oder von einem Browser der aus HTML eine Beschreibung einer Webseite als Datenstruktur macht, welche die Grafik-Engine des Browsers auf den Bildschirm überträgt" = http://www.neogrid.de/textsuche.php?Feld=Bildschirm, Zugriff 12. Juni 2006; Jan Christoph Meister, Computational Narratology oder: Kann man das Erzählen berechenbar machen?, in: Corinna Müller / Irina Scheidgen (Hg.), Mediale Ordnungen. Erzählen, Archivieren, Beschreiben, Marburg (Schüren) 2007, 19-39

- Kant protokybernetisch auf der Suche nach den "sicheren Prinzipien der Steuermannskunst" = Prol. A 18 zu KrV; Struktur [...] der mathematischen Physik" = Ernst Cassirer, Kants Leben und Lehre, Darmstatt 1977, 293; Kants "Schematismus" des Verstands als quasi-Programmierlogik, in: *Kritik der reinen Vernunft*; ebd.: Denken als Datenverarbeitung KrV A 239: "aus etwanigen Datis einen Begriff zu machen"; Verstand als "Vermögen der Regeln" (KrV A126)

- Kalkülisierung der Logik und Begriffsschriften: G. W. Leibniz, George Boole (*Laws of Thought*), George Spencer Brown, Frege

- Leibniz in seiner Schrift *De Progressione Dyadica*: "Diese Art von Kalkül könnte auch mit einer Maschine ausgeführt werden" = zitiert hier nach: Bauer 2009: 14, binärer Rechner

- nistet im Begriff der symbolischen Operation der Kalkül, die operative symbolische Maschine; werden seit Gottfried Wilhelm Leibniz damit die logischen Aussagen der aristotelischen Syllogistik in Symbole umgewandelt, die dann wie Zahlen und Gleichungen behandelt, also auch technomathematisch operational werden können

- *calculus*: Grundzeichen, Formationsregeln, Transformationsregeln, Erzeugung

- Leibniz, *Elementa calculi*, 1679: jedem Terminus ein Zahlzeichen zuweisen; Kalkül oder eine Operation bestehen in der Herstellung von Beziehungen durch Umwandlung solcher Zeichen; erlöst Boole Aussagenlogik von Syllogistik durch Bildung symbolischer Ausdrücke

- mittlerer Syllogismus-Begriff ("medius") verhilft einer Aussage zum Werden

- reduziert Spencer-Brown Boolsche Opeationen auf (fast) ein Zeichen: Haken und Kreuze (Durchstreichen); Ästhetik des Setzkastens (Gutenberg, Markov, Shannon)

- Leibniz: "In Philosophia habe ich ein Mittel funden, dasjenige was Cartesius und andere per Algebram et Analysin in Arithmetica et Geometria gethan, in allen scientien zuwege zu bringen per Artem Combinatoriam, welche Lullius und P Kircher zwar excolirt, bey weitem in solche deren intima nicht gesehen. Dadurch alle Notiones compositae der ganzen welt in wenig simplices als deren Alphabet reduciret, und aus solches alphabets combination wiederumb alle dinge samt ihren theoremâtibus, und was nur von ihnen zu inventiren müglich, ordinata methodo, mit der zeit zu finden, ein weg gebahnet wird" = Leibniz, Gottfried Wilhelm: Die philosophischen Schriften. Hrsg. v. C. J. Gerhardt, Erster Band. Hildesheim 1965, 57 f.; kommt mit dem Computer operative *ars combinatoria* zustande; grammatische Form selbst die Botschaft seines kombinatorischen Denkens

- Kalkül ein "Vorgang, durch den sich eine Form infolge von Schritten in eine andere vewandelt" = Spencer-Brown 1997: 10; geht es nicht um Semantik, sondern um eine Syntax zweiter Ordnung

- mechanische Operationen; beschreibt Robert Hooke im Postskriptum der 1676 publizierten *Description of Helioskopes* seine Erfindung einer federregulierten Uhr zur Bestimmung der Längengrade auf See: "About seventeen years since, being very inquisititve about regulating the measure of Time, in order to find the Longitude, I did from an Art of Invention, or mechanical Algebra [...] find out and perfect this contrivance, both as the Theory and Experimental verification thereof" = zitiert nach Siegert 2003: 131; Theorie und Maschine also gleichursprünglich in der mechanischen Algebra. Kommentiert Siegert: "Charaktere wie Ausdrücke sind Medien. Die einen operieren im Raum (der Typographie) und aufgrund der Koexistenz lokaler Zeichen, die anderen operieren in der Zeit und mit der Sukzession von Signalen"; daraus resultiert "die Unterlaufung des Auflösungsvermögens der analysierenden Vorstellung" = ebd.

- Differenz von Kalkül und Programm: "Was beim Akt der Katalogisierung als Verzettelung an Ziffern und Übertragungen von Zettel zu Zettel rieselt, ist "lediglich ein Kalkül und noch kein Programm, das aus eigener Kraft Kalküle hätte starten, kontrollieren und wieder beenden können" = Kittler, Hardware: das unbekannte Wesen, in: Lab

- "Historisch begann Programmierbarkeit, so sie denn von Kalkülisierung unterschieden werden darf, wohl erst zu jener Zeit, als die Technologie von Werkzeugen zu Maschinen überging, anstelle der Einzelstückherstellung also die standardisierte Massenproduktion trat. [...] Erst solche wahrhaft modularen Systeme, wie Babbage wohl als erster sie für seine Protocomputer gefordert hatte, dürften eine zumindest in Grenzen programmierbare Hardware möglich gemacht haben" = 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; dem entspricht automatisiert der Stapel sortierter Lochkarten in Babbages Entwurf, wofür er im 19. Jahrhundert immerhin die Leitmetapher der Bibliothek wählte: „The Analytical Enginge 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" = Charles Babbage, Passages from the Life of a Philosopher, London 1864, 119

- "Medientechnik ermöglicht eine selektive Abarbeitung hoher Komplexität, die davon entlastet, den prozessierten Sinn hermeneutisch zu entfalten. [...] Medien können Sinn durch eine technische 'Kalkülisierung der Informationsverarbeitung' erfolgreich prozessieren, ohne ihn verstehen zu müssen"= Bolz 1993: 51, unter Bezug auf: Luhmann, Macht, 71

- ist eine Schrift, die auf kognitive Gegenstände Bezug nimmt und mit diesen zugleich auch operiert, als Kalkül organisiert; „im Kalkül werden die Zeichen autark gegenüber den möglichen Gegenständen ihrer Referenz“, also - im Sinn der Wissensarchäologie - äußerlich. "Der Ort solcher regelgeleiteten Produktion der Zeichen ist der Kalkül" = Sybille Krämer, Kalküle als Repräsentation. Zur Genese des operativen Symbolismus in der Neuzeit, in: Hans-Jörg Rheinberger et al. (Hg.), Räume des Wissens: Repräsentation, Codierung, Spur, Berlin (Akademie) 1997, 111-122 (118 u. 121)

- techno-logisches Scharnier zwischen Hard- und Software, also zwischen *techné* und Mathematik, ist der Kalkül, wie entworfen vn 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 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*

- operiert das Hirn im Moment des Rechnens (und typographischen Lesens) selbst als Maschine; scheinen in mathematischer Literatur "jegliche Spuren davon, daß der Autor oder der potentielle Leser ein menschliches Wesen ist, zu verwischen" = Philip J. Davis / Reuben Hersh,

Erfahrung Mathematik, Birkhäuser (Basel) 1985, 33; mag Leser eine Maschine (Lesekopf der Turing-Maschine) oder ein Mensch sein

Die aktuelle (Retro-)Perspektive / Mechanisierung der Mathematik

- Mathematik das Modell oder das genuine Abbild der Welt? Friedrich Nietzsches Schrift *Ueber Wahrheit und Lüge im aussermoralischen Sinne*; mathematischen Strenge und Unverbrüchlichkeit der Zeit- und Raum-Vorstellungen: "daß die Gesetze der Zahl denen der Physik entsprechen, ohne daß ein gleichursprünglicher Nachweis zu erbringen wäre" = zitiert nach Stingelin 2000: 15; Hegel in *Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie* = GW Bd. 18: 110: "Zahlen [...] sind unpassende Medien, den Gedanken zu fassen" - es sei denn, Denken meint *computing*

- Frage nach der operativen Rolle von Zahlen in einer gegebenen Epoche auch die nach dem Menschen als Funktion solcher Operation; hat Alan Turing 1936 beschrieben, daß Menschen beim Rechnen auf Papier in diesem Moment selbst Computer sind; operative Zahlen nicht schlicht Symbole in der Hand(schrift) des Menschen, sondern auch Codes zur Programmierungen des Menschen in algorithmischen Prozessen

- Computer operative Logik, mechanisierte Logik, mathematisierte Maschine; gibt es logische Spiele, die auch ohne Computer funktionieren; Buch *Renaissance Computers*, hg. v. Jonathan Sawday, sucht in symbolischen Maschinen Pendants zum aktuellen Rechner; entwirft Ramon Lullus eine mechanische Vorrichtung zur Erzeugung wahrer Sätze bzw. eine entsprechende Kombinatorik, die mechanisierbar ist; neu gegenüber der klassischen rhetorischen Kombinatorik sein Verfahren, aus einer begrenzten Menge von Grundtermini unbegrezt viele Aussagen automatisch herzuleiten. Dem setzt Medienarchäologie den Hinweis entgegen, daß die Kopplung von Maschine und Kombinatorik noch keine Maschinisierung der Mathematik darstellt; Lullistischen Begriffsmaschinen eher noch an Begriffen denn an numerischen Werten orientiert und operieren nicht als "eine Art logische Logarithmenuhr" (Ernst Bloch), zumal Logarithmen - als Beschleunigung von Zahlserien - seinerzeit noch nicht gefunden; Bernhard Dotzlers kritische Rezension "Stromausfall im Barock. Eine Geschichte des Computers führt zu Kurzschlüssen" (Frankfurter Allgemeine Zeitung v. 22. Oktober 1993), über: Werner Künzel / Peter Bexte, "Allwissen und Absturz." Der Ursprung des Computers, Frankfurt / M. u. Leipzig (Insel) 1993

- läßt sich Lullus' *Ars Magna* in Programmiersprache "C" operativ schreiben, um damit Aussagen zu erzeugen = Heiko Cornelius / Werner Künzel, Die Ars Generalis Ultima des Raymundus Lullus. Studien zu einem geheimen Ursprung der Computertheorie, Berlin 1986; 5. Neuauflage 1991 - eine retrospektive Algorithmisierung, Medienarchäologie mit dem Computer nicht als Objekt, sondern als Subjekt der Forschung *computing the Renaissance*

- qualitativer Sprung symbolischer Mathematik im Mittelalter zur operativen Mathematik der Frühneuzeit; letztere computersimulierbar, also in der Logik der symbolischen Maschine selbst; existieren Computer und Mathematik der Frühneuzeit in der prinzipiell gleichen Epoche

- Dürers *Underweysung der meßkunst* als C-Programm schreibbar; Albertis buchstäbliche Eröffnung der Perspektive (*finestra aperta*) "Windows 1435" (frei nach Samuel Y. Edgerton, The Renaissance Discovery of Linear Perspective, xxx 1975; (Kultur-)Technik der Perspektive als Einübung in Automation, bevor es zum Kurzschluß von Computergraphik und der Perspektivmalerei der Renaissance kommt, stehen *camera obscura* und Photographie dazwischen

Das Wesen des Computers

- ebnet von-Neumann-Architektur Befehl (*arché*) und Daten im gleichen Code / gleichen Speicher ein; wird *lógos* (Macht des Wortes / der Texte, alte Wissensmetapher der Bibliothek, der Gesamtheit von Buchstabenmengen / Leibniz' *Apokatastasis panton*) entmachtet gegenüber der exponentiell umfangreicheneren Datenmenge von digitalisiertem Ton / Bild; greifen Kompressionsverfahren, wie von Shannon noch anhand von Texten entwickelt ("Entropie der englischen Sprache"); binäre Verrechnung von Welt wie Kultur grundsätzlicher als antike Alphabetisierung; *bit* stellt nicht nur denkmöglich knappstes Alphabet, sondern zugleich die als Materie verschaltete Logik dar; demgegenüber der Einsatz der Elektronik (der Elektrophysik) als Analogcomputer: daß Mathematik nur ein Modell der Welt, nicht aber ihr Wesen ist

- was numerische Computer 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, setzen das Drama der Welt mit eigenen Mitteln, nach eigenem medialem Recht, zeitkritisch fort (*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

- "The computer keeps its place by means of thousands of electronic flags which tell it what to do next. [...] What the computer can do better than the human brain is maintain accurately a great number of subtotals, cross-references, indexes, and tabulations, and this can be summed up as keeping its place" = Jonathan Benthall, The Computer as Medium, in: Rosen (Hg.) 2011: 461-465 (463); *keep its place*: die symbolische Ordnung (Lacan)

- Computer nicht aus der Auseinandersetzung mit Prozessen der Natur, sondern kognitiv aus einem rein rechnerischen Raum geboren; stellt

insofern eine neue Form theoriegeborener Technologie jenseits der bisherigen Techniken dar

- unterscheidet den Digitalcomputer von den symbolischen Operationen von Mathematik auf dem karierten Papier, daß er in die Welt *ist*, also in die Zeit implementierte Mathematik; aus der symbolischen Mechanik (Rechenpapier) wird eine zeitkritische Maschine. "The logical process becomes a function of time" = Vladimir Bonacic, Art as a Function of Subject, Cognition, and Time [*in: bit international 7, hg. v. Boris Kelemen / Radoslav Putar, Zagreb (Galerije grada Zagreba) 1971, 129-142], Wiederabdruck 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 (372). Wie schon sein Einsatz für die Berechnung von Fraktalen macht die exponentiale Steigerung der Rechengeschwindigkeit algorithmischer Anweisungen hier die kritische Differenz - eben nicht nur (wenngleich mit "bid data" auch) quantitativer Art, sondern als qualitativer Umschlag: "Using electronic, logical strucutres and adjusting the logical process to our perceptive system, we get to the essence of the process observed in the computer. [...] the change of the structure over time demonstrates the realtions" = Bonacic 1971 / 2011: 372, unter Bezug auf seine Computerkunstinstallation Dynamic Object *DIN. GF100*, programmiert von Bonacic gemeinsam mit Miro A. Cimerman am Ruder Boskovic Institut, Zagreb, und implementiert in einer "special purpose hardware": 373; wird nicht nur etwas metaphorisch sichtbar, sondern zur Erkenntnis; Computer enthüllt damit nicht schlicht verborgenes, latentes Wissen um techno-mathematische Verhältnisse, sondern diese Erkenntnis geschieht - wirklich medienepistemologisch - erst in (mithin kybernetischer) Kopplung dieser elektronischen Maschine an die menschliche Kognition; resuliert eine neue Definition des ästhetischen Objekts: "An aesthetic object is not only an image of the cognitive process, otherwise hidden, now revealed. The laws which constitute the essence of the cognitive oricess become obvious. An aesthetic object is no longer only a stimulus for spontaneous associations but an expression which in the relationship with the observer becomes the essence of cognition within the frame in which its exits" = Bonacic 1971 / 2011: 372

Geplante Obsoleszenz von Mikrochips

- basieren elektromechanische Rechenmaschinen (u. a. Hollerith-Maschinen) auf Relais; erst ENIAC (Electronic Numerical Integrator Computer) rechnet auf Basis von / mit Elektronenröhren; seit 1948 Transistor; 1972 folgt Mikroprozessor

- Software für aggressives "fast ageing" von Mikrochips: MAGIC (Malicious Ageing in Circuits/Cores, durch Verursachung von Negative-Bias Temperature Instability), experimentell entwickelt an New York University; Ankündigung der Software in: ACM Transactions on Architecture and Code Optimization), see http://www.zeit.de/digital/internet/2015-10/geplante-

obsoleszenz-magic-software-laesst-hardware-altern = "Geplante Obsoleszenz", by Christian Honey, 22. Oktober 2015. "Dabei wird die Spannung, die nötig ist, um die Transistoren im Prozessor von Off auf On (oder Null auf Eins) zu schalten, mit der Zeit immer höher. Sobald die damit entstehenden Schaltverzögerungen einen bestimmten Wert überschreiten, bricht der gesamte Prozessor zusammen" = Honey 2015. "Der OpenSPARC-Prozessor war unser Studienobjekt, weil Oracle seine Architektur offengelegt hat", betont Kanuparthi. "Mit der fortschreitenden Miniaturisierung integrierter Schaltkreise wird es immer einfacher, mit spezieller Software die Hardware lahmzulegen", sagt Kanuparthi. "Je kleiner die Transistoren, desto anfälliger werden sie für stressbedingte Alterungserscheinungen" = Honey 2015. "Dabei wirkt Magic in der Exekutionsphase des Prozessors, in der geladener Maschinencode ausgeführt wird. Praktisch jeder moderne Prozessor zerteilt Maschinenbefehle in Teilaufgaben, die mit dem Takt des Prozessors parallel abgearbeitet werden. Danach werden die Resultate der Teilaufgaben zu einem Gesamtergebnis zusammengefasst [...] wie auf der Produktionsstraße eines Autoherstellers, auf der spezialisierte Teams nacheinander einzelne Teile eines Fahrzeuges bearbeiten" - the ASSEMBLY process. "Die Magic-Software verabreicht nun gleichsam der langsamsten Abteilung einen einmonatigen Dauerrausch, und unterbindet die eigentlich vorgesehene Erholungsphase" = Honey 2015; Software-Hacks, die massive Schäden an der Hardware anrichten: der im Jahr 2010 entdeckte Wurm Stuxnet, der Zentrifugen in iranischen Nuklearanlagen beschädigt

Die "kinematische" Maschine des Zustands

- Computer eine Maschine, die sich, im Takt von Stromimpulsen, auf der im vorhinein beschriebenen Weise, von einem Zustand zum nächsten Zustand bis zum Endzustand verändert; steht dieser je nach eingegebenen Daten von Programmvorgaben bereits vorweg

- Code und Film: J. M. Jacquard-Webstuhl um 1800; kodierte Bilder durch Lochkartensteuerung; inspiriert Charles Babbage zu seiner Analytical Engine in mathematischer Verallgemeinerung, von Ada Augusta Lady Lovelace programmiert: "The Analytical Engine weaves algebraical pattern just as the Jaquard loom weaves flowers and leaves" = zitiert nach: Charles Eames, A Computer Perspective: Background to the xxx, Cambridge, Mass. (Hardward University Press) 1990, 18 - Bilder aus Daten. 35 mm-Film wurde von Konrad Zuse seit 1936 als Eingabemedium (Programm) verwendet - als materialer Speicher; konsequenter: Turing; "a computer is controlled by a program stored externally on some medium. Therefore, it is not accidental that a diagram of the Universal Turing Machine looks suspiciously like a film projector" = Lev Manovich, Cinema and Digital Media / / Kino und digitale Medien, in: Hans Peter Schwarz / Jeffrey Shaw (Hg.), Perspektiven der Medienkunst. Museumspraxis und Kunstwissenchaft antorten auf die digitale Herausforderung / Perspectives of Media Art, Ostfildern (Cantz) 1996, 42-48; http://manovich.net/content/04-projects/008-cinema-and-digital-media/06_article_1995.pdf

- Interrupt eine Modulerweiterung für Commodore 64, mit der sich Zeitfluß in der Maschine (durch regelbare Hardware-Interrupts) bremsen, gar stoppen läßt

- McLuhans Fokus auf dem "Taktilen" nicht nur im wörtlichen Sinne, sondern auch im techno-mathematischen Sinne für digitale Medien weiterdenken; eine temporale Variante des Taktilen, nämlich der "zeitkritische" Moment in der impulsbasierten Datenverarbeitung; Rhythmus der Computertaktung

Mit Silizium rechnen (Quantencomputing)

- (mit) sich selbst rechnender Techno*lógos* = Quantencomputer?

- löst Quantencomputing (Initialvorschlag Richard Feynman, Vorlesung zur Nanotechnologie) *bestimmte* Aufgaben (etwa Faktorisierung) exponentiell schneller als klassische von-Neumann-Rechenarchitektur

- wird in der von Neumannschen Rechnerarchitektur die komplexe Synchronisation paralleler Einheiten durch eine zeitliche Hintereinanderordnung vermieden; "der Verlust des Potentials paralleler Arbeit [...] wird durch den hohen Zentraltakt des Rechners aufgefangen" = Wolfgang Coy, Der diskrete Takt der Maschine, in: Georg Christoph Tholen u. a. (Hg.), Zeitreise. Bilder, Maschinen, Strategien, Rätsel, Frankfurt / M. (Stroemfeld / Roter Stern) 1993, 367-378 (xxx); "Programmzähler und Arbeitsspeicher aufseiten der Hardware, Funktionen und Programme aufseiten der Software, alle laufen sie sequentiell. Alle Schwierigkeiten, die Computer mit der Parallelverarbeitung von Befehlen oder der Berechnung von Netzwerken haben, kehren in der Computergraphik wieder" = Friedrich Kittler, Computergraphik. Eine halbtechnische Einführung (Vortrag gehalten Basel, Juni 1998); zitiert hier aus der Internet-Version: http://www2.rz.hu-berlin.de/inside/aesthetics/los49/aktuell.htm; vermag der Quantencomputer, der mit *qbits* rechnet, die Gleichzeitigkeit zweier Zustände zu rechnen, nicht mehr verzeitlicht; sieht Zeilinger die Quantenmechanik nicht als Theorie der Wirklichkeit, sondern als Theorie der Information, in der Quanten zu Bits werden (Quanteninformatik); statt "time of non-reality" zwischen binären Schaltzuständen (Norbert Wiener) Dilemma, daß die Beobachtung eines Teilchens zum Kollaps einer Wellengleichung führt - wobei sich das Teilchen gleichsam entscheidet, welchen Zustand es einnimmt; Heisenbergsche Unschärferelation, derzufolge sich nicht alle Eigenschaften eines Teilchens gleichzeitig (synchron) präzise messen lassen, also zeitkritisch. Aus diesem Grunde kann man die in einem Objekt enthaltene Information auch nicht vollständig scannen und an einen anderen Ort übertragen - aus der elektronischen Bildübertragung vertraute Phänomene" = Thomas Vasek, Popstar wider Willen, in: Die Zeit Nr. 41 v. 4. Oktober 2001, 34

- basiert Quantencomputer auf dem Qbit: im Unterschied zum Bit (Lichtschalter, entweder an oder aus) eher ein Dimmer; Messung selbst

rechnet; kann Qbit unendlich viel Information speichern, wird aber durch Messung eindeutig festgelegt (0/1); läßt sich aber nur mit Wahrscheinlichkeit angeben; Rolle von (Meß)Medien in der Quantentheorie und -physik: Weizsäcker 1974: 154 ff.

- Halbleiterchip (MOSFET Transistor) ein Strukturspeicher; sein Wesen liegt nicht in der Materialität; eher "Feld" denn materielle "Architektur"

- Silizium als Material "Medium" schlicht im naturwissenschaftlichen Sinn, aber nicht i. S. der Nachrichtentheorie. An der Grenze zu quantenphysikalischen Vorgängen wird mit dem (bzw. *im*) physikalischen Medium selbst gerechnet, transitiv; unterste Ebene des Digitalrechners ist nicht mehr die physikalische Ebene "Null" (Tanenbaums Schichten-Modell), sondern minus-1.

- Quantenprozessor des D-Wave-Computers, verkündet Dezember 2015; nicht mehr "Übertragung" von Elektronen bzw. von Kraft (Spannungen), sondern deren Verschränkung

Addieren für Menschen / für Maschinen

- Ursprung der Schrift nicht im Ikonoklasmus (Flusser), sondern im numerischen *token* (Schmandt-Besserrat); Susanne Holle, "Pfand der Zahl"

- Lesen durch Menschen und / oder Maschinen; meint "Lesen" und gar "Verstehen" mehr als die Detektierung optischer oder akustischer Frequenzen, sondern die Einordnung (also das mapping) von raumzeitlich physikalischen Tatbeständen (Signale, Zeichen) nach bestimmten Kriterien in eine vorgegebene Klasse und dort die Zuordnung zu einer Bedeutung = Karl Steinbuch, Können Automaten Schrift "lesen" und Sprache "verstehen"?, in: Helmar Frank (Hg.), Kybernetik. Brücke zwischen den Wissenschaften, 5. Aufl. Frankfurt / M. (Umschau) 1965, 215-217 (215)

- "zuordnen" der etymologische Wortsinn von "rechnen"; kann demnach auch ein Automat lesen: "Die Leseautomaten konnten beispielswise maschinengeschriebene Ziffern vom Blatt ablesen und ihre Bedeutung irgendeiner weiteren Nachrichtenverarbietung zuführen, z. B. die Zahlen addieren" = 216; Entziffern aber ist nicht gleich Lesen, und eine solche Addition (als Kern von digitaler Datenverarbeitung) vielmehr *computing*. In Turings Sinn dann auch menschliche Lektüre maschinell: "Ein Buchhalter liest die übereinander stehenden Zahlen einer Rechnung und addiert sie zur Gesamtsumme. Seine Tätigkeit / ist unzweifelhaft 'Lesen' und 'Addieren'. Wenn nun dieselbe Tätigkeit von einem Automaten ausgeführt wird, dann sollte vernünftigerweise für diese selbe Tätigkeit auch derselbe Terminus verwendet werden" = 216 f. - das aber meint das Turing-Band von 1936/37

- trennt Babbage *store* (Speicher) und *mill*; für die Arithmetische Einheit Additionen vorgesehen

- spielt sich im elektronischen Bild vorweg ab, was dann von menschlicher retinaler Wahrnehmung in den Computer selbst wandert und dort zeitkritisch eskaliert: "Die kybernetischen Maschinen erschöpfen das kleinste Intervall. Eine Addition geschieht in einer fünfmillionstel Sekunde [...]. Bereits hier erscheint das besondere Zeitverhältnis dieser Maschine: sie arbeitet in den Feinstrukturen, in den Mikroverläufen der Zeit, die durch menschliches Handeln oder Denken nicht ausgenützt werden können" = Max Bense, Kybernetik oder die Metatechnik einer Maschine, in: ders., Ausgewählte Schriften, 2. Bd., Stuttgart/Weimar 1998, 429-446 (440)

Das Nichtkönnen des Computers

- „Codierung setzt überhaupt schon die Aufbereitung von Wirklichkeit zu codierbaren Daten voraus. Welt - d. h. z. B. Tatsachen, Merkmale oder Eigenschaften - muß auf Zahlen zurückgeführt werden. Was nicht Zahl ist, muß Zahl werden; was nicht Zahl werden kann, entfällt oder wird so transformiert, daß daraus Zahlen werden können" = 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 (109 f.)

- Computer überfordert durch "Zwischenereignisse, die nicht auf dem Programm stehen, so etwa: die tastende Berührung, der zögernde Schritt" = Bernhard Waldenfels, Grenzen der Normalisierung, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 1998, 250

ZEIT-DISKRETES *COMPUTING*

- Zählen "bedingt durch die wesentliche Zeitgebundenheit des Menschen (genauer seine 'historische' Befangenheit) = Becker 1927 / 1973: 197, wie sie auch für den Computer gilt, zeitkritisch und problematisch im Kampf um paralleles *versus* prozessuales Datenverarbeiten. "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. Es entsteht also die Aufgabe, die Stellung der mathematischen Gegenstände zur Zeitlichkeit, diesem exquisit menschlichen Moment des Daseins, zu untersuchen" = Becker 1927 / 1973: 197

Computerzeit

- im Herzen des Digitalcomputers Uhrtakt; *hat* Computer einen Zeitbegriff, diskret / linear? Puls / Impuls; Quantelung, Taktung

- für die Operationen des Computers / für Ablauf des Prozesses nicht mehr der (wenngleich unabdingbare) Energiehaushalt entscheidend, sondern die Zeit-Information

- gleichmäßig durch Pendel oder Unruh' getaktete Räderuhr übersetzt katechontisch aufgestaute Energie (gespannte Metallfeder) in gequantelte Energiestöße, die am Ende zum Maß der Zeit werden (Sekunden); Erschöpfung der Spannung wird durch Hemmung / "hindrance" (Shannon), zum Takt, und die Uhr ansatzweise zum negentropischen Zeug; Metapher des Zeitflusses diskretisiert; Entwicklung alternativer Zeitmeßtechnologien

- im Computer nicht die Monotonie des einförmigen Takts (die Epoche der Uhrzeit), sondern eine buchstäbliche Hetero-Chronie; technisch gesprochen: *asynchronous communication*

- Kommunikation zwischen Eingabe-, Rechen und Ausgabeeinheiten im Computer (System Whirlwind) durch Einführung des Interrupt-Signals zu einer zeitkritischen Frage: "Innerhalb eines Systems herrscht also nicht mehr ein gemeinsamer Rhythmus, sondern eine Vielzahl von rhythmischen Unterbrechungen. Was an einer bestimmten Systemstelle zum Zeitpunkt der Abfrage nicht vorliegt oder nicht zwischenzeitlich gebuffert wurde, existiert folglich nicht. Kontinuitäten wie etwa das Tracking eines beweglichen Ziels sind daher nur Effekt einer besonders hohen, aber unhintergehbar diskontinuierlichen Auslösung" = Claus Pias, Computer Spiel Welten, Wien (Sonderzahl) 2002, xxx

Das digitale Jahr-2000-Problem

- Georges Brigham, The Year 2000, in: Commuications of the ACM, Bd. 40, Heft 5 (Mai 1997), 113-115, und Robert A. Wagner, Solving the Data Crisis, ebd., 115-117; ferner das Diskussionsforum „The Date Crisis“, ebd., 26-30

- Vor-Sprung 1999/2000 respektive Rück-Sprung 1999/1900 ein Kurzschluß, der nicht mehr von philosophischen Reden über das Ende der Geschichte, sondern von integrierten Schaltkreisen hervorgerufen wird; erinnert das digitale *Jahr-2000-Problem* als Computerzeitbombe in aller programmatischen und silizium-materiellen Radikalität daran, daß Zeitordnung nicht mehr eine symbolische Funktion von Geschichtsschreibung, sondern von Speicherökonomie ist. Im Rahmen der Definition von Datentypen wird ihnen nicht nur ein Name (etwa *integer*) zugewiesen, sondern für sie auch Speicherplätze reserviert, deklariert. Speicher also nicht etwas Gegebenes, selbst kein *datum*, sondern eine Gabe; Ursache des *millenium bug* liegt in der Ökonomie des Speicherns, in seiner Knappheit als Ressource zu Beginn des Computerzeitalters; das *Jahr-2000-Problem* primordial dem Archiv verschrieben

- Erinnerung an die Hardware; Speicherplatz 1999, im Unterschied etwa zu den ersten Computern vor fünfzig Jahren, im nicht-militärischen Bereich kein wesentliches Problem mehr

- eröffnet das *Jahr-2000-Problem* nicht nur die Gelegenheit zur Umstellung von Computern auf moderne Software, sondern auch eine

gedächtniskulturelle Umstellung vom Denken in Geschichte auf Denken in Zuständen

Zeitkritisch programmieren in Assembler

- umständlich, einen Prozessor mit binären Zahlen zu programmieren; wurde Hexadezimalcode verwendet, mit Ziffern 0 bis 9 und den Zeichen A bis F. "Auch dies ist noch immer recht unhandlich" - zum Begriff des Handlichen: Heidegger, Schreibmaschine -, "und so entwickelte man Merkwörter (auch: Mnemonics) für bestimmte Befehle. So lautet zum Beispiel der Befehl "Springe aus einem Unterpogramm zurück zum Hauptprogramm" zu einem beaknnten Mikroprozessor binär 11001001, hexadezimal C9 und als Mnemonic RET (als Abkürzung für " Return"). [...] muß sich der Programmierer bei der Assembler- Programmierung sehr eng an die Arbeitsweise des Prozessors anpassen und ihm jeden einzelnen Arbeitsschritt vorgeben. [...] Allerdings sind in Assembler geschrieben Programme sehr schnell, so daß viele zeitkritische Anwendungen trotz moderner Sprachen wie C [...] noch immer in Assembler programmiert werden" = Alfred Görgens, Einführung in die EDV. Ein Wegweiser in die Welt der Computer, Köln (Buch und Zeit) 1987, 75

Der Computer, ein zeitkritisches Medium

- haben Rechenmaschinen das symbolische und das mechanische Stadium bis zur Hochfrequenztechnik durchlaufen

- "die kybernetischen Maschine erschöpfen das kleinste Intervall. Eine Addition geschieht in einer fünfmillionstel Sekunde […]. / Bereits hier erscheint *das besondere Zeitverhältnis dieser Maschine*: sie arbeitet in den Feinstrukturen, in den Mikroverläufen der Zeit, die durch menschliches Handeln oder Denken nicht ausgenützt werden können", Richtung *Echtzeit*. "Desgleichen reicht unsere Vorstellungskraft nicht aus, Vorgänge in solche infinitesimalen Zeitbezirke zusammenrückt zu denken" = Max Bense, Kybernetik oder die Metatechnik einer Maschine, in: Merkur 5 (1951), 205-218; Wiederabdruck in: Barbara Büscher / Hans-Christian von Herrmann / Christoph Hoffmann (Hg.), Ästhetik als Programm. Max Bense: Daten und Streuungen (= Kaleidoskopien Bd. 5), Berlin 2005, 50-61 (57f). Hier verläßt die algorithmische Maschine das Newtonsche Zeituniversum, in der physikalische Vorgänge umkehrbar sind, und steht vielmehr auf Seiten der Bergsonschen Dauer: "Es gehöre zum Wesen des Prozeßcharakters dieser subtilen Gebilde, daß ihr Sein in der Zeit nicht umgekehrbar, irreversibel ist" = Bense ebd., 59, unter Bezug auf Norbert Wiener, Kapitel "Newtonian and Bergsonian Time", in: ders., Cybernetics or Control and Communication in The Animal and The Machine (1949)

Jenseits des Zeitkritischen? Quantenphysik und -computer

- unterliegt analog-zu-digital-Sampling (Abtastung) der Entropie, "denn jede Digitalisierung produziert Informationsverlust an der Nutzfrequenz -, so ist die quantisierte Computerzeit digitaler Daten selbst eine Art effektiver Nullzeit, weil Zeit, die nicht mehr vergeht" = Wolfgang Hagen, Computerpolitik, in: Norbert Bolz / Friedrich Kittler / Georg Christoph Tholen (Hg.), Computer als Medium, München (Fink) 1994, 139-[mindestens 157] (144); folgt aus Quantenmechanik eine zu von Neumanns Konzeption differente Computerarchitektur, der *cluster computer*, worin durch Messung (also Beobachtung) dem Rechner vorgegeben wird, was er zu rechnen hat - und dann unverzüglich rechnet: nicht mehr sequentiell Bit nach Bit, sondern parallel, der Logik der verschränkten Teilchen gemäß; Rechner nicht nur zeit-, sondern zustandskritisch

Der (von Neumann-) Computer als zeitkritisches Medium

- setzt "Neuzeit" buchstäblich nicht mit politischen Revolzutionen, sondern mit der mechanischen Räderuhr, also mit der Taktung von Zeit ein

- Computer ein Kanal, der rechnet; Übertragungsakt meint in einem neuen Sinn Prozessualität; damit kommt ein zeitkritisches Element ins Spiel. "Der Bereich, der uns interessiert, ist das Dazwischen, das Dazwischengeschobene, denn wir beschäftigen uns mit den Intervallen, den Vermittlern und Interfaces der Übertragung" = Régis Debray, Für eine Mediologie (1994), übers. v. Ingrid Fischer-Schreiber, in Lorenz Engell et al. (Hg.), Kursbuch Medienkultur. Die maßgeblichen Theorien von Brecht bis Baudrillard, Stuttgart (DVA) 1999, 67-76 (67), FO Paris 1994

- *Computer-Mediated Communication* als *Internet Relay Chat (IRC)* praktiziert den Unterschied zwischen synchronen und asynchronen Gesprächsformen, für die die elektronische Rückkopplung entscheidend ist, im Unterschied etwa zum mittelalterlichen (Brief)Botensystem oder dem platonischen Dialog als Schrift-Fiktion

- "crasht" Festplatte, weil die interne Synchronisation versagt, wird es klar: Computer in der uns vorliegenden von-Neumann-Architektur unerbittlich dem Takt der Zeit unterworfen; ermöglicht er selbst Signal- und Zeitachsenmanipulation in Echtzeit. Momente, in denen diese digitale Zeitempfindlichkeit praktisch wird; Liaison von Computer, Akustik und Musik, die selbst nur in der Zeit vonstatten gehen; in medienarchäologischer Tiefe: es war die Räderuhr, die der Kultur ihren medialen Takt vorgab; rückt Zeit unter die menschliche Wahrnehmungsschwelle, wird sie zeitkritisch, seit Kinematographie. Herrmann von Helmholtz: Nervenreizung unterhalb der menschlichen Zeitwahrnehmungsschwelle: „In a few seconds, it <a biological system / organism> may swing from a state of utter tranquility into one of a dozen or two modes of behavior: attack […]"

Speicherprogrammierbarkeit und Ping: Der Computer als zeitkritisches Medium und Zeit im Internet

- "Die Sequentialität der modernen Rechnersteuerung erlaubt es, jegliche Zustände eines linearen, simultanen oder gekrümmten Zeitraums in berechenbare Entscheidbarkeit aufzulösen" = Georg Christoph Tholen / Michael O. Scholl (Hg.), Zeit-Zeichen, Weinheim (VCH) 1990, 15

- "There are two requirements that must be met to build such a quasi-real-time system. First, the in-transit storage at each node should be minimized to prevent undesirable time delays. Secondly, the shortest instantaneously available path through the network should be found with expectation that the status of the network will be rapidly changing" = Baran, Distributed Communications, I, 24 zitiert nach: Beitrag Giessmann in Volmar(Hg.) 2008, § "Wiederkehr der Post. Paul Barans Zertreuungen"

- Pias 2002 (Kapitel "Action"), über Frühwarnsystem und computergestützte Feuerleitung: Rechner Whirlwind (später Teil von SAGE), fertiggestellt 1950, gekoppelt mit Radar, Anschluß einer Cathode Ray Tube zur Visualisierung eingehender Signale; *lightgun* erlaubt menschenseitig die (inter-)aktive Selektion kriktischer Punkte zum Zweck der Freund-Feind-Unterscheidung, die der Computer selbst in seiner medienarchäologischen Indifferenz zunächst noch nicht leistet, entscheidungskritisch

- "Die aus den Radaranlagen über Telefonleitungen in den *Whirlwind* einlaufenden Signale stellten die Forderung, in Echtzeit verarbeitet zu werden und verlangten nach einem diskreten *scheduling* von Input und Prozessierung [...] die grundlegende Einführung eines *Interrupt*-Signals, das es ermöglicht, die Prozessierung zu regelmäßigen Zeitpounkten zu unterbrechen und 'Umwelt' wahrzunehmen", formuliert Pias unter impliziten Bezug auf das Vokabular der Systemtheorie; nachrichtentechnischer Ursprung (Version Shannon) derselben

- gehört Unterbrechung zum Wesen des Digitalen (*hinderance*) selbst, der (Um-)Schaltmoment, den der Analogcomputer in seiner Spannungskontinuität so nicht kennt

- wird ein neuer Typ von elektrotechnischem Gedächtnis konstruiert, der unversehens dem neuronalen Mechanismus im menschlichen Hirn nahekommt: "Die Lösung hieß *magnetic drum buffer*, also ein Speicher, der Radardaten solange zwischenlagerte, bis zu einer festgelegten Zeit wieder Prozessorleistung verfügbar war" = Pias abd. - ein Zeit(aufschubs)problem, allen vertraut, die noch auf einem alten PC (ca. 1989) das Betriebssystem DOS 3.1 und darauf dann etwa WORD5 hochladen; Rechen- und Übertragungszeit fast noch im diskret audifizierbaren Taktbereich; kommt das "Algorithmische" (Shintaro Miyazaki) ins Spiel: "Die Kommunikation zwischen Eingabe-, Rechen und Ausgabeeinheiten wurde damit zu einer zeitkritischen Frage, zur Angelegenheit eines gemeinsamen systemischen Rhythmus. Das Triggern der Kommunikatin durch einen Interrupt hat dabei nichts mit dem Takt der

zentralen Recheneinheit zu tun, sondern ist der ökonomischste gemeinsame Nenner für jeweilige Peripherie mit unterschiedlichen Datenmengen. Innerhalb eines Systems herrscht also nicht mehr ein gemeinsamer Rhythmus, sondern eine Vielzahl von rhythmischen Unterbrechnungen. Was an einer bestimmten Sytsemstelle zum Zeitpunkt der Abfrage nicht vorliegt oder nicht zwischenzeitliche gebuffert wurde, existierte folglich nicht" = Pias 2002, Kapitel "Action", xxx

- Computer(zwischen)speicher; die aus der Radar(monitor)technik vertraute Option, optische Signale für kurze Zeit aufzuschieben / aufzuheben / zu dehnen an Kipp-Punkt zu wirklichen Speicherzwecken: "It is [...] possible to delay the signal by means of a 'storage tube'", beschreibt Ridenour die Alternative zur Ultraschall-Delay Line = Louis N. Ridenour (Hg.), Radar System Engineering, Massachusetts Institute of Technology Radiation Laboratory Series, Bd. 1, New York 1947, 631; entscheidend "that by using the time gainedby short-term storage for refreshing the data just read, memory could be extended indefinitely" = David Link, There Must Be an Angel. On the Beginnings of the Arithmetics of Rays, in: Siegfried Zielinski / ders. (Hg.), Variantology 2. On Deep Time Relations of Arts, Sciences and Technologies, Köln (Walther König) 200xxx, 15-42 (38), Akzentwechsel von epistemischer Dimension; von der emphatischen Langzeitarchivierung zur dynamischen Zwischenspeicherung; elliptische Stauchung des Archivs, vergleichbar mit der Abkürzung von emphatischer Geschichtszeit zur transitiven Mikrozeit in operativen Medien

COMPUTERSPIELEkey1

Kriegs- und / oder Computerspiel

- taktischer Kriegsspielapparat, den Kriegsrat George Leopold Baron von Reiswitz 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" = Philipp 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); George Leopold Baron von Reiswitz, Taktisches Kriegs-Spiel oder Anleitung

zu einer mechanischen Vorrichtung um taktische Manoeuvres sinnlich darzustellen, Berlin (Gädicke) 1812

Computerspiele und / oder Erzählung

- "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" = Karin Bruns, Stück-Werk. Zur ästhetischen Funktion von Video-Inserts in Film und Computerspiel, in: REC. xxx, hg. v. Ralf Adelmann xxx, 182- (188 f.)

- Adventure-Games als Hybride, mit Video-Inserts als *story*-Elementen; 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 Internationl Bd. 155, 293-295 (295)

(Computer)Spiel(kultur)techniken

- trainieren Spiele gerade kulturelle Regeln / konditionieren die Spieler. "Alles Spiel ist zunächst und vor allem *ein freies Handeln*. Befohlenes 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 Anthropomorphiserung 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 Interkonentalraketen 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" = Markus Collalti, Nie mehr zu spät!, in: FAZ Nr. 293 v. 17. Dezember 2002, 39 - das kybernetische Regime erster und zweiter Ordnung, Subjekt und Objekt des Computerspiels

- schaut Medienwisenschaft nicht inhaltlistisch 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 Zeitver(h)alten

- Game Science Center Berlin; wird der menschliche Besucher vom intellektuellen Nutzer des Computers (sprich: Programmierer) in ein vielmehr affektives, kognitives, phsychomotorisches Verhältnis zum Computer ge- resp. "bestellt" (Heidegger), zur Interaktion verführt; Verschiebung von HCI zur Computer-Mensch-Interaktion

- Tod im Computerspiel: Kernelement einer jeden Erzählung; im Computerspiel aber als Abbruch realisiert, der jederzeit neu startbar ist

- 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 *Tetrys*, 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 Fernlenkwaffen 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

- Linearität des Film unerbittlich im Unterschied zur Rekursivität des Computerspiels; zwischen assoziativer Bildsynchronizität und narrativer Textualität; ist schlicht Gitter, was sich noch als Erzählung tarnt, um *adventure*-Charakter zu wahren; Narration Vehikel zum Transport dessen, was auf dem Spiel steht; Ersatz der geschlossenen Geschichte durch endlos viele An-Spielungen; werden auf dem PC-Monitor selbst die klassischen Index-Worte im Menü-Feld durchweg durch *icons* ersetzt

- 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

- Computerspiele 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

- vor*programmiert* 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 Tetrys-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 tatsächich 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)

- Interrupt im Computer / frühmittelalterlichen Annalistik: Protokollanten der Kontingenz

- 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) / 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; kausale Analyse ist eine Tätigkeit, die durch die Systeme in der Form von topologischen Baumverzweigungen hindurchgeht. Bei Betrachtung eines Entzustands untersucht sie die „Ursachen“ des Entstehens und der Zusammensetzung dieses Endzustands als notwendige und hinreichende Bedingungen = Paul Ricoeur, Zeit und Erzählung, Bd. 1: Zeit und historische Erzählung, a. d. Frz. V. Rainer Rochlitz, München (Fink) 1988, 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 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 syntaktsich 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 Rätselfrage auf, in welchem Verhältnis bei Medien Programm und Narrativität stehen" = Kittler, Drogen, 249

- aktive Archäologie der Computerspiele; Spiel *Mouse in the Maze* bot die Möglichkeit, daß jeder Programmablauf andere Aktualisierungen einer ”Geschichte” erzeugte

- 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, unhintergehbar, die diskrete Rechenmaschine, und daher ist die Spannung zwischen Zählung und Erzählung unaufhebbar

Zeitkritik: *Ergodic Computer Games*

- entdeckt Espen Aarseth in dreidimensionalen Computerspielen und Hypertext-Novellen die zeitkritische Ästhetik einer *ergodischen* Kunst, wo die durchspielbaren Ereignisse einer prädeterminierten 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.; mögen sich Computerspiele 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 Gebrauchsweisen 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 Halbwertzeit 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; 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

- werden an Computerspielen neue Kulturtechniken trainiert; deren Genese, Technologie und Konsequenzen sowohl technisch kompetent als auch kulturwissenschaftlich informiert zu reflektieren ein genuin medienwissenschaftliches Programm

- darf kulturwissenschaftliche Behandlung von Computer- und Videospielen Enwicklerperspektive 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 Videospieler 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 verführenswert werden lassen [...] (siehe Goethe, Kant, Hegel, Helmholtz, Ebbinghaus, Freud, von Neumann, Bense, Kittler u.v.a.)" = ders.; Computerspielkultur: "scheint die Technik der Kultur vorauszueilen, 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.

(Welt-)Raumspiele

Kurztagung *Computer Space* im Rahmen des Vintage Computing Festivals 2019 am Deutschen Technikmuseum, Berlin, 13. Oktober 2019

- Vortrag Stefan Höltgen, GOTO MOON. Wie die Programmiersprachce BASIS in den Kinderzimmern landete; wurden Simulationen der Mondlandung in BASIC programmiert, publiziert und das Listing von Nutzern abgetippt, um Parameter ggf. zu modifizieren ("mit der Schere denken" / Mimesis an die TM) - ein Text-Adventure der anderen Art; vgl. Wolfgang Isers "Rezeptionsästhetik", diesmal auf Code-Ebene

- Vortag Ralf Bülow, Galaktische Computer: Computer in Science Fiction; Wikipedia-Eintrag "List of Fictional Computers", sowie Suchwort "Starring the Computer"

- Vortrag Christian Keichel, Space-Games. Begrenzt / Unbegrenzt / Unvorstellbar; Entwurf des Weltraums als Imaginäres im symbolischen Raum durch RAM-Speichermächtigkeit begrenzt; immer im Kampf gegen störrische / limitierende Technik; vermag indes umgekehrt modifizierter Fibonacci-Algorithmus Pseudo-Zufallszahlen (für die Generierung möglicher "Galaxien") zu erstellen: mehr Möglichkeiten, als spielerisch (oder gar narrativ) zu füllen; generiert Computer damit einen nicht mehr an SF-Literatur orientierten Weltraum, sondern wird spatial autonom: Grenzen der Berechenbarkeit; Wiedereintritt der Kernfrage der Turingmaschine selbst

EMULATION / SIMULATION

Simulation, Emulation

- Ausstellungsversionen von digitaler Medienkunst als digitale Emulation denkbar; bringt der Computer ein neues Gedächtnismodell *sui generis* hervor: "Ein Emulator ist ein Programm, das es möglich macht, Software auf einem Computer laufen zu lassen, die eigentlich für einen ganz anderen Computer gedacht ist. [...] Auch können neue Prozessoren komplett als Software emuliert und so in ihren Funktionen getestet werden. [...] Etwa daß sie alte, längst vergessene Betriebssysteme nachbilden, damit steinalte Software auf modernen Rechnern überhaupt noch laufen kann" = Detlef Borchers, Der simulierte Computer, in: Die Zeit v. 18. Februar 1999, 35

- scheinbare Simulierbarkeit elektroakustischer Ereignisse durch Digitale Signalverarbeitung in Echtzeit; bleibt ebenso wie im Sampling-Theorem Differenz zwischen realem und symbolischem Vollzug intakt

- aller prinzipiell verlustfreier Kopierbarkeit binärer Daten zum Trotz das "bit" einerseits in realer Materie (vornehmlich Elektrophysik) und zweitens in veraltenden Datenformaten eingebunden - einmal physikalisch real, einmal als symbolisches Ge-stell. Physikalische Speichermedien obliegen der entropischen Alterung, während ihre Kodierung negentropischer Natur ist. Ferner muß das bit, einmal wieder hervorgebracht, wieder in einem physikalischen Medium zur Darstellung kommen, einem konkreten Medientheater (etwa Computerterminals wie der robotron K8911 - selbst bei Nichtverfügbarkeit seiner originalen Zentraleinheit ist seine Operation authentisch / gleichursprünglich, demonstriert auf dem Vintage Computing Festival Berlin, 8. Oktober 2017 im Deutschen Technikmuseum). Solange die Frage der Migration, Datenkonversion und Emulation nicht für Klangspeicher gelöst ist, bedarf es der Bewahrung originaler elektroakustischer Ensembles (so das Plädoyer des Vortrags von Carmen Krause "Hardware Preservation. Die Erhaltung historischer Hardware als Strategie der digitalen Langzeitarchivierung" auf demgleichen VCFB 2017 in Berlin - nur daß die Hardware vom historischen in die medienarchäologischen Zustand wechselt, wenn die "archivische" Dokumentation vom Gerät entkoppelt wird.

- scharf zwischen zwei Formen von Modellbildung unterscheiden: Simulation und Emulation; Emulation eines alten C64-Computers auf meinem heutigen Rechner eine Abbildung, die in ihrer Funktionalität (wenngleich mit anderen Algorithmen realisiert) streng der Logik des C64 entsprechen muß, und mit ihm dann als Medienzustand wesensgleich ist (unter Zugrundelegung des Turingschen Begriffs von Computer als mechanisierter Mathematik)

- aktuelle Emulation kein historisches Zitat, kein Aufruf eines Kapitels Computerhistorie, sondern im Moment der Konfiguration ist ein aktueller Rechner der damalige C64, oder in der Sprache Alan Turings formuliert: er ist dann im Zustand (state) des C64; beschreibt Alan Turing, daß die Maschine jeweils in einem diskreten Zustand ist: On Computable Numbers, in: Proceedings of the London Mathematical Society xxx, 1936, xxx; dt. in: Bernhard Dotzler / Friedrich Kittler (Hg.), Alan Turing. Intelligence Servie, Berlin (Brinkmann & Bose)

- gilt klassischer Begriff von Geschichtlichkeit nicht länger, wenn der Zustandsbegriff zwischen seiner technischen und seiner ontologischen Bedeutung zu oszillieren beginnt; ist ein C64 als Emulation eine Universelle Turing-Maschine, die auf einer anderen Universellen Turing-Maschine, dem neuen Rechner, läuft („imitiert wird“); Shannons Nachweis, daß man jede Turing-Maschine so umgestalten kann, daß sie mit zwei Zuständen auskommt

- ist ein Mensch, wenn er kopfrechnet, im mathematischen Zustand der Maschine, schreibt Alan Turing 1936; ist er in diesem Moment von einer Technik besessen. Weit davon entfernt, Technologien zu beherrschen, wird Intelligenz vielmehr von ihr gestellt: in ein 'Gestell' gespannt, das selbst wiederum eine Form der Entbergung des Seins ist" = Bruno Latour, Die Hoffnung der Pandora, Ffm (Suhrkamp) 2002: 213 (paraphrasiert hier Heidegger); beherrscht Heidegger zufolge Technik selbst theoretische Wissenschaften (also auch die Mathematik)

- macht die (1936 noch offensichtlich am Dispositiv der Schreibmaschine orientierte) Materialität der Turing-Maschine den zentralen Begriff des „Zustands“ erst wirklich denkbar; haftet an dieser scheinbar reinen Denk-Maschine eine Vorspur des Materiellen. Ein *gegebener* Zeitpunkt (ein Begriff Turings) führt den Datenbegriff neu ein: nicht als abstrakte Information, sondern als Zeit-Information. „Das mögliche Verhalten der Maschine zu jedem Zeitpunkt wird bestimmt vom *m*-Zustand *q*(n) und dem abgetasteten Symbol *S*(r)" = Alan Turing, On Computable Number, with an Application to the Entscheidungsproblem, in: Proceedings of the London Mathematical Society (2) 42 (1937); dt. in: ders., Intelligence Service, hg. v. Bernhard Dotzler / Friedrich Kittler, Berlin (Brinkmann & Bose) 1978, 17-60 (20); Abtastung aber bezeichnet den zeitkritischen medienarchäologischen Blick; ist Turing-Maschine zunächst die Beschreibung einer logischen Struktur von Vorgängen, "die sich" *erst dann* "real auswirkt, wenn die Zeichen mit physikalischen Wirkungen (eben `Stößen´) assoziiert sind" = Oswald Wiener / Manuel Bonik / Robert

Hödicke, Eine elementare Einführung indie Theorie der Turing-Maschine, Wien / New York (Springer) 1998, 12 - also einer Implementierung im Materialen

- "Das beste Beispiel für die Aktualisierung einer Potentialität ist ein Pendel, dessen Bewegung von seiner Ausgangsposition her vollständig voraussagbar ist; das Pendel schwingen zu lassen fügt keine neue Information hinzu. Wird Geschichte in dieser Weise verstanden, dann gibt es kein Ereignis, und Geschichte entfaltet sich vergebens" = Latour 2002: 372 f., "Glossar"

- programmierte Christopher Burton eine Simulation des Pegasus-Computers Marke Ferranti Ltd. (Manchester) aus den späten 50er Jahren des vergangenen Jahrhunderts. Am Zeitverhalten scheiden sich Repliken, Simulationen und Emulationen eines historischen Computers: "Although no particular attempt was made to simulate correct timing, the similarity of the logic module to the actual hardware means that the various instruction times bear a reasonably correct ratio to each other" = Christopher P. Burton, Pegasus Personified - Simulation of an Historic Computer, Website der Computer Conservation Society, ftp://ftp.cs.man.ac.uk/pub/CCS-Archive/Simulators; Zugriff 15.März 2008

- medienarchäologische erstmalige Form der Videoaufzeichnung von Fernsehbildern zurück, John Logie Bairds schellackplattenbasierte *Phonivision*; ist es Donald McLean gelungen, aus den verrauschten, zunächst für einen Schallträger gehaltenen Signalen Bilder zurückzugewinnen - nicht aber durch elektrotechnische Restaurierung, sondern im rechnenden Raum; http://www.tvdawn.com/recordng.htm

- "From the dawn of our television technology age comes the restored wonders of original recordings made in the era of mechanically-scanned television! Not until the computer era came on us could we study these images" = McLean 1998, http://www.tvdawn.com/index.htm; Zugriff 15.März 2008

- Computer selbst als aktiver Archäologe und Restaurator; daß im operativ logischen Raum (dem signalverarbeitenden Computer) in Materie versenkte Bewegtbildinformation selbst restaurierbar wird, eine unerhörte Eskalation, die mit den klassischen Definitionen des Begriffs von "kulturellem Gedächtnis" bricht

- macht die Emulation von Hardware einen Unterschied zur Emulation von Software; gerade an Klangmedien / Sound werden diese Unterschiede buchstäblich vernehmbar

Die emulierte Turing-Maschine

- Veranschaulichung der Turing-Maschine als Tonband in Schüler-Duden *Informatik*; Emulation, da die Maschine in diesem Moment eine Turing-Maschine *ist*; David Moises, Installation *Turing-Train*

- macht die tatsächlich gebaute Maschine Unterschied gegenüber der Blaupause; Simulation im Unterschied zur operativen Diagrammatik als funktionaler Emulation: Operationen werden real zeitkritisch; spielt Zeit auf Papier keine entscheidende Rolle; "zeitechte" Simulation eines langsamen Alt- durch rasanten Neucomputer durch künstliche Verzögerungsloops; logisches Äquivalent zu "analogen" *Delta-t*s durch Kondensatoren (Eimerketten)

Simulation und die Frage nach dem S(ch)ein

- *ist* der aktuelle Rechner in der Emulation ein anderer; nicht nur tut er so als ob

- Jeff Rothenberg (RAND-Corporation, Santa Monica) Vertreter des Emulationskonzepts als Verfahren der digitalen Bestandserhaltung

- Emulation Nachahmung im Prinzip / funktional; Simulation zeitechte / -kritische Nachahmung, Nachvollzug versucht in der (zeit-)gleichen *time domain* (Kern: lat. *simul*)

- "Simulation beruht auf 'Manipulation im Realen'. […] Während Fiktion immer nur Codes manipulieren kann, deren Funktion die Repräsentation von Realität ist, nie aber das Reale selbst, ist Simulation durch ein fundamental anderes Verhältnis zur 'Realität' gekennzeichnet. Die von Simulation erzeugten Realitäten sind 'nicht nur dem Gegenstnand ähnlich', vielmehr geben sie 'die Garantie' für diese Ähnlichekt dadurch […], dass sie sozusagen ein Erzeugnis dieses Gegenstndes selbst, d. h. von ihm selbst mechanisch hervorgebracht sind" = Friedrich Kittler, Räume und technische Medien, in: Jörg Dünne / Hermann Doetsch / Roger Lüdeke (Hg.), Von Pilgerwegen, Schriftspuren und Blickpunkten, Würzburg 2004 - im Sinne von Gleichursprünglichkeit; gilt vor allem im Zeitbereich

- vollzieht Wettersimulation Prozeß mit nach; Emulation zeitigt nur gleiches Ergebnis (Argument van Treeck); "emulieren" läßt sich Wetter nicht (es sei denn, Wetter selbst als Analogcomputer begriffen);entscheidend, das Zeitverhalten des Wetterereignisses zu simulieren

- (Computer-)Simulation eines technischen Mediums "dessen Struktur oder Form, abgelöst von seiner Materie, als mathematisches Modell im Rechner abzubilden" = Jens Schröter, Intermedialität, Medienspezifik und die universelle Maschine, in: Sybille Krämer (Hg.), Performativität und Medialität, München (Fink) 2004, 385-411 (392) - was strukturanalog der Analogcomputer leistet - wobei die Eigenschaften (Funktionen) der jeweiligen techologischen Apparatur, nicht schlicht dessen Phänomene als Wirkungseffekte auf die menschliche Wahrnehmung, simuliert werden

- Emulator für Amstrad CPC 6128; damit harwarenahe Programmierung emulieren; nicht Effekte des zu emulierenden Computers nachahmen

(frühe Computerspiele etwa), sondern den aktuellen Computer sich tatsächlich so verhalten lassen; "komprimierte" Form der Wiederbelebung

- sonischer Sampler zuerst Emulator genannt, "als wäre er zu nichts anderem da, als existierende Sounds nachzuahmen (to emulate)" = Kodwo Eshun, Heller als die Sonne. Abenteuer in der Sonic Fiction, Berlin (ID-Verl.) 1999, 93; gilt "analog" für früheste elektronische Klanginstrumente wie das Theremin-Vox, vor eigenästhetischem *take-off*

Emulation (und ihre Differenz zur Simulation)

- Antwort auf die Frage nach dem Unterschied von Emulation / Simulation auf der Ebene des Quellcodes

- tatsächlicher Bau der Difference Engine Nr. 2 (Entwurf Charles Babbage, als Entwurf vorliegend Ende der 1840er Jahre) zum 200. Geburtstag Babbages durch das Projektteam im Science-Museum London: zeitverzogene Vollendung, keine Emulation

- Begriff der Replik: Vollzug dergleichen Eperation mit (ganz) anderen technischen Mitteln; etwa der Ersatz der nicht mehr funktionsfähigen "Oremics Machine" des ehemaligen Radiophonic Workshop der BBC in London durch ein digitales Interface zur Tonhöhengestaltung auf "Film"band, Ausstellung Science Museum London, Mai 2014. Begründung: Wiederinvollzugsetzung des Originals würde den Ersatz so vieler Bauteile notwendig machen, daß das Resultat eine Replik wäre. Daher eine softwarebasierte "Emulation" des Mechanismus (der dann aber die Epistmologie des Samplings und der Analog-Digital-Wandlung dissimuliert)

- Emulation; kann Computer X Programme und Daten von Computer Y starten und verwalten, auch bei verschiedenen Prozessoren; Emulation "bildet die Kommandostruktur des anderen Rechners nach" = Alfred Görgens, Einführung in die EDV. Ein Wegweiser in die Welt der Computer, Köln (Buch und Zeit) 1987, 96 - aber nicht sein individuelles Zeitverhalten

- EDSAC simulator "relatively abstract, not being defined by an underlying hardware implementation" = Martin Campbell-Kelly, "Past into Present: The EDSAC Simulator", in: Rojas / Hashagen (Hg.) 2000: 408

- "the goal of producing a working facsimile - in the sense of executing an origial program or routine" in der museologischen Tradition von "functional replicas" wie etwa Stephenson's *Rocket* = Campbell-Kelly 2000: 398

- "The EDSAC simulator is a very different kind of re-creation that fits much more closely with what Lowenthal" in *The Past is a Foreign Country* "terms *emulations*. These he describes as 'self-conscious period revivals' and 'respectful yet creative reworkings of earlier forms and styles [that] transcend mere copying' (p. 301). Lowenthal view an emulation as an on-going and evolving acticity that is always of its time - thus a Tudor revival of the 1990s would be quiete different to one of the 1930s, and that, in

turn, would be quite different to an origina Tudor building of the 16th century. Yet an essential Tudorness persists in all the variations and derivatives. The EDSAC simulator is likewise intended to be fluid and of its time, while always capturing the essential EDSAC" = Campbell-Kelly 2000: 398; ist ahistorischer Natur, was hier insistiert; gehört es vielmehr der techno-logischen Zeit an und beibt damit fortwährend gleichursprünglich

- geht Campbell-Kelly nahtlos von Lowenthals Begriff der *emulation* zum EDSAC *simulator* über. Letzterer wird beständig überarbeitet, "and I expect this periodic reincarnating to continue into the future. The reason for the fluidity of the EDSAC simulator is that its purpose is to enable resent-day computer users to understand what it was 'like' to write programs for the EDSAC. The simulator has consciously sought to bridge the ever changing gulf between past and present" = Cambpbell-Kelly 2000: 399

- Algorhythmik: "Two metaphors have constantly informed the design of the simulator. The first is the analogy betweeen a computer program and a musical score - once described as 'frozen music' needing only an orchestra to melt is. Consequently, the EDSAC simulator is textual rather than artifactual in spirit. [...] the attention that other projects have given to physical authenticity has been directed at obtaining authentic program texts. However, as with musical scholarship, this tetual approach permits the informed and explicit filling in of lost textual fragments where this will produce a richer experience for the user" = Martin Campbell-Kelly, "Past into Present: The EDSAC Simulator", in: Raúl Rojas / Ulf Hashagen (Hg.), The First Computers. History and Architecture, Cambridge, Mass./ London (MIT Press) 2000, xxx-xxx (399)

- "The most important aid for authenticating the software behaviors of the simulator are five original programs, for which both the original program and a physical copy of a photograph of the output exits" = Campbell-Kelly 2000: 409

- emuliert Norbert Kehrer Antikrechner vom "Mailüfterl" über die PDP-8 bis hin zu Spielautomaten; http://web.utanet.at/nkehrer

- "emulieren" Analogcomputer nicht die physikalische Dynamik, sondern modellieren sie im mathematischen Sinn gleichursprünglich; kann umgekehrt ein antiker Analogcomputer digital "emuliert" werden (durch Überabtastung)

- Computer keine Software, sondern eine programmierbare Hardware. "Auf der technischen Ebene kann jede Hardware selbstredend nur durch eine andere ersetzt werden, *weil zum Beispiel die computertechnisch unabdingbare Funktion der Speicherung in Software unmöglich wäre*. Auf einer logischen Ebene jedoch läßt sich jede Hardware, sofern es nur um Speicherung des an ihr Programmierbaren geht, gerade auch durch Software ersetzen. Deshalb gibt es schon [...] jeden Computerschaltkreis zweimal: erstens und selbstredend auf dem Siliziumchip, der ja hunderttausende gleicher Schaltungen ein zweites Mal verschaltet;

zweitens aber auch noch als Computerprogramm, das alle elektrischen Parameter jenes Schaltkreises einigermaßen standardisiert speichert und damit sein Schaltverhalten zu simulieren erlaubt. Neue Computergenerationen zu konstruieren heißt seitdem nicht mehr, die einzelnen Hardwarekomponenten mechanisch oder elektrisch zusammenzusetzen [...]. Konstruieren heißt vielmehr, jene sogenannten Schaltungsbibliotheken unter Programmsteuerung aufzurufen, zu verknüpfen und auf ein Optimum hin durchzutesten" = Friedrich Kittler, Hardware. Das unbekannte Wesen, in: Lab. Jahrbuch 1996/97 für Künste und Apparate, Köln (Walther König), 348-343 (354)

- "[T]he solution to obsolete hardware is to write a software program which emulates the original system platform and which can be run on modern machinery" = Geoffrey D. Morelli, Defining electronic Records: Problem of Terminology, in: Edward Higgs (Hg.), History and Electronic Artefacts, Oxford (Clarendon Press) 1998, 169-183 (181); Vetorecht der Materialität des Computers begründet in der Notwendigkeit, die originalen Speichermedien lesen zu können: "We must be able to mount the media and read the data" = Morelli 1998: 181

- bildet ein Emulator "einen Vorgang nach außen funktionsgleich nach, oft mit anderen Mitteln als das Vorbild. Beispiele hierfür sind Prozessor- und Betriebssystememulatoren, durch die Programme auf Plattformen ausgeführt werden können, für die sie ursprünglich nicht gedacht waren" = http://faql.de/wortgebrauch.html; Abruf 5. November 2012; Rechner gibt allerdings nicht nur vor, ein anderer zu sein, sondern er *ist* im Sinne von Turingmächtigkeit dieser andere Rechner; Prinzip der *universalen* Turingmaschine (UTM) ist das der Emulation anderer Maschinen - unter der Bedingung, daß deren Werte in diskrete Symbolketten überführt werden können (es gibt keine analoge Emulation)

- Definition "Emulation" laut Schüler-Duden *Die Informatik*, wiss. bearb. v. Volker Claus / Andreas Schwill, 2., neu bearb. Aufl. Mannheim u. a. (Dudenverlag) 1991, 175: "Die Anpassung und Abarbeitung des Befehlsvorrates einer Rechenanlage *A* durch geeignete Mikroprogramme in einer anderen Rechenanlage *B* [...]. Bei der Emulation verhält sich die Rechenanlage *B* so, als ob sie gleich *A* wäre. Die Emulation spart gegenüber der Simulation mit Hilfe eines Programmsystems viel Rechenzeit."

Der Emulator

- "If one computer is programmed at a sufficiently fundamental level to function in accordance with the rules of another, we have in fact an operational replica perfect in all logical respects to the original - even to the bugs and imperfections of the operating system" = Doron Swade, Virtual Objects - Threat or Salvation?, in: S. Lindquist / M. Hedin / U. Larsson (Hg.), Museums of Modern Science, Canton, Mass. (Science History Publications) 2000, 139-147 (146); Fehler sind damit selbst Teil des symbolischen Regimes. Eine solche Definition reduziert den Computer auf

die symbolische Maschine. "It seems then that the identity of a computer is not exclusive to its physical hardware, which may be regarded as accidental to existence but is at least partly, if not wholly, owned by the logical rules that deefine its operation" = Swade 2000: 146; demnach die Universale Turingmaschine bereits ein Emulator *per definitionem*

- ist es eine andere Welt, die Turing, der Autor des mathematischen Ansatzes von 1936, in seiner Darlegung des tatsächlichen Entwurfs der ACE beschreibt - eine Welt der temperaturabhängigen Verzögerungsspeicher ("The State of the Art")

- „Ein Emulator ist ein Programm, das es möglich macht, Software auf einem Computer laufen zu lassen, die eigentlich für einen ganz anderen Computer gedacht ist. […] Auch können neue Prozessoren komplett als Software emuliert und so in ihren Funktionen getestet werden. […] Etwa daß sie alte, längst vergessene Betriebssysteme nachbilden, damit steinalte Software auf modernen Rechnern überhaupt noch laufen kann.“ Detlef Borchers, Der simulierte Computer, in: Die Zeit v. 18. Februar 1999, 35

- heißt der Maschinenbefehlssatz, der durch die Mikrogrogramme definiert wird, "konzeptuelle Maschine (manchmal auch virtuelle Maschine). Weichen die Eigenschaften von konzeptioneller Maschine und Wirtsmaschine <sc. die tatsächliche Hardware> deutlich voneinander ab, so nennt man die Mikroprogramme für die konzeptionelle Maschine den Emulator dieser Maschine. Der Emulator bildet also mikroprogrammiert die Eigenschaften einer (konzeptionellen) Maschine A auf einem Wirtsrechner B nach" = Arndt Bode, Mikroarchitekturen und Mikroprogrammierung: Formale Beschreibung und Optimierung, Berlin et al. (Springer) 1984, 12 f.

- geht Begriff der "virtuellen Maschine" weit über die Emulation hinaus. Entscheidend ist hier, "dass die gesamte Hardware also, CPU, RAM etc. eines anderen Systems (Hostrechner) virtuell und möglichst exakt nachgebildet wird. Jede Virtuelle Maschine besitzt dabei ihre eigene virtuelle Hardware und läuft unabhängig von den anderen Maschinen" <ebd.>, etwa der Emulator atari800, welcher unter dem Betriebssystem Linux den Atari 800 und den 800 XL aus den 1980er Jahren wieder zum Leben erweckt; Beispiel: Mac-on-Linux, das z. B. einen Pegasos-Rechner in einen PowerPC-basierten Macintosh-Clone verwandelt

Im Unterschied zur Simulation: Emulation des C64

- ahnen Eberhard Prager und Evelyn Richter in ihrer Schrift *Software. Was ist das?* (1986), dass die Informatisierung von Materie die philosophische Dialektik aus dem Gleichgewicht bringt: "[...] die Erscheinung einer durch Software simulierten Hardware (virtuelle Maschine), vor allem aber die Übernahme von Softwarefunktionen durch Hardware (festverdrahtete oder -verschaltete Programme)" (Anm. 32); Wiederaufführung von originär digitaler Medienkunst als Emulation denkbar; bringt der Computer ein neues Gedächtnismodell *sui generis* hervor. Es ist nicht nur Nostalgie,

welche dazu verführt, einen Programmiersprachenklassiker wie BASIC nicht in einer aktuellen Version auf meinem Hochleistungslaptop zu erproben, sondern auf einer der Programmiersprache zeitaffinen historischen Computerarchitektur laufen zu lassen – etwa einem C64-Computer oder auf einem frühen portablen IBM-Rechner unter dem Betriebssystem DOS. Zum Wesen von Turing-Maschinen in ihren als Computer realisierten Varianten gehört, dass sie als logische Operationen eben nicht völlig unabhängig von der konkreten Hardwareversion laufen. Kontexte, die auch im Stil der Progammiersprache ablesbar sind, eröffnen sich hier sinnfällig in ihrer Materialsemantik. Unterscheiden wir demnach scharf zwischen zwei Formen von Modellbildung: Simulation und Emulation; Emulation eines alten C64-Computers auf einem heutigen Rechner eine Abbildung, die in ihrer Funktionalität (wenngleich mit anderen Algorithmen realisiert) streng der Logik des C64 entsprechen muss. Wenn der Begriff von Computer als mechanisierter Mathematik zugrunde gelegt wird, ist die Emulation dann mit dem Computer als Medienzustand wesensgleich; damit eine aktuelle Emulation kein historisches Zitat, kein Aufruf eines Kapitels Computerhistorie, sondern im Moment der Konfiguration *ist* mein neuer Rechner der alte C64, oder in der Sprache Alan Turings formuliert: Ein C64 ist als Emulation eine Universelle Turing-Maschine, die auf einer anderen Universellen Turing-Maschine läuft („imitiert wird“) (Anm. 33); gilt der klassische Begriff von Geschichtlichkeit nicht länger, wenn der Zustandsbegriff zwischen seiner technischen und seiner ontologischen Bedeutung oszilliert. Weit davon entfernt, Technologien zu beherrschen, werden kulturelle Wesen vielmehr von ihnen gestellt

Information und *computing*

- triggert das digitale Jahr-2000-Problem Medienästhetik von Zeit in diskreten Zuständen, mithin in rekursiven Zeitsprüngen; kennt der algorithmisierte Rechner kein lineares Zeitbewußtsein mehr, auf den Grundlagen diskreter Hardware (Takt, Frequenz) und schrittweise programmierter Software beruhend; lädt dazu ein, sich auf ein algorithmisches Denken von Zeitverarbeitungszuständen in diskreten Schritten einzulassen

- Konrad Zuse, der unter dem Titel *Rechnender Raum* das Universum als fortwährende Mutation diskreter Zustände, nämlich als Relaiskette von Impulsübertragungen kalkuliert (respektive als kalkulierbar erklärt)

- Fritz Heider 1926; die Rede dort von Meßinstrumenten, die aus einem Medium erst Form machen; Temperatur als vorhandene noch keine Information, nicht im Sinne von Shannon; vielmehr Signale als physikalisch-physiologische Operationen: "Wir erkennen nicht nur Dinge, die unsere Epidermis unmittelbar berühren, sondern wir erkennen auch oft ein Ding durch etwas Anderes. Wir sehen zum Beispiel durch den Äther ferne Sterne; wir hören durch die Luft den Ton einer Glocke; wir erkennen am Barometerstand die Höhe des Luftdrucks" = Heider in Engell (Hg.) 1999: 319

- wird der Begriff der Simulation sowohl für die Modellierung wie die empirische Erforschung von Phänomenen mit Hilfe komputativer Algorithmen verwendet; Grenze zwischen Modellierung und Empirie wird dadurch infrage gestellt; Analogcomputer in Peenemünde für Steuerung und Simulation des Rakenflugs des Aggregat 4

- umgangssprachlich kaum Unterschied zwischen Daten, Information und Wissen. "Daten sind das, was man bekommt, wenn man die Zeiger irgendwelcher Apparaturen abliest. Dagegen muss die Information ein Unterschied sein" - ist aber schon das originäre Meßdatum, als Produkt des Apparats, konstruktivistisch betrachtet - "und einen Unterschied machen. [...] Daten sind virtuelle Informationen, die durch Abfrage in aktuelle Informationen verwandelt werden" = Bolz 2000: 131

Zeitspiele: *Re-enactment* des C64

- vom Theater der Begriff des *re-enactment* vertraut, die Wiederaufführung bzw. Wiederholung eines Ereignisses in dramatischer Form; einsichtig (nach-)vollziehbar für physikalischen Mediumvorgänge (Saitenschwingungen am Monochord, Pendel) ebenso wie für elektromagnetische Anordnungen (Hertz' Versuchsaufbau); ahistorische Nachvollziehbarkeit; naturwissenschaftlich exakte, also nicht "interpretierenden" Wiederholbarkeit - Unterschied zwischen ideosynkratischen Schauspielkörpern und einer medientechnischen Anordnung

- C64 Heimcomputer seit 1982 verhältnismäßig niedrig getakteter 8-Bit-Prozessor; ließen sich Basic-Programme auf ihm effektiv ausführen. "Befehle wie PEEK und POKE erlaubten es, Byte-Werte direkt in Speicherzellen hineinschreiben und derart interpretiert zeitkritische Maschinensprachprogramme auszuführen" = http://de.wikipedia.org/wiki/Texas_Instruments_TI-99/4A, Zugriff 12. März 2007

- läßt sich im Jahr 2017 eine ursprüngliche Form des Computerspiels (1982er C64-Computer) erneut vollziehen; Wieder-Herstellung des C64-Ensembles (samt Peripherie aus Datasette, Joystick und Fernsehmonitor) durchaus von Entropieanfälligkeit gezeichnet; Hardware (etwa das Laufwerk der Datasette) fehleranfällig, oder eben die auf Magnetband der Datasette gespeicherten Bit-Ketten, die - anders als eine Tonaufnahme auf Cassette dergleichen Zeit - schon für den kleinsten Drop-out kritisch hinsichtlich des Gesamtprozesses (des Ladens der darauf gespeicherten Computerspieldatei); aus entgegengesetzter Perspektive betrachtet, daß der Computer zwanzig Jahre später noch unverdrossen dasgleiche Bildschirmereignis zeitigt und sich mit ihm per Joystick spielen läßt; Logik von Hard- und Software (also der SDI-Chip in seiner Festverdrahtung und das Programm) invariant gegenüber der techohistorisch verflossenen Zeit, dem Altern der physikalischen Bauteile; stellt das Medium menschlichen Nutzer in die von ihm vorgegebenen Zeit-Verhältnisse

- C64er Spielkonsole; zeitraubender Ladevorgang eines Computerspielprogramms von der Datasette in den Arbeitsspeicher des Prozessors; Latenz weist auf den dynamischen Charakter elektronischer Medienwirklichkeit; gilt ebenso für Zeilenaufbau des TV-Monitor als audiovisueller Schnittstelle zum menschlichen Benutzer (Computer läßt das Spiel auch bildlos laufen)

- Latenzzeiten als aktives Spielelement: in *online*-Spielen Datenbeschuß des gegnerischen Servers, um Reaktionszeit zu verlangsamen; https://www.wired.com/story/mirai-botnet-minecraft-scam-brought-down-the-internet (Abruf Dezember 2017)

- grundlegende Zeitweisen technischer Medien: "Ein schriftlich fixierter Text oder ein Bild 'laufen nicht davon', der Zugriff auf die Informationsquelle bleibt 'stationär'" = Burkhard Stangl, Ethnologie im Ohr. Die Wirkungsgeschichte des Phonographen, Wien (WUV) 2000, 71; insofern die photographische Momentaufnahme noch auf Seiten des alphabetbasierten Archivs; entfalten sich Film und Phonographie überhaupt erst in der Zeit (als *time-based media*). Ein ruhender Film, also der Blick auf einen photographischen Kader, gibt gerade nicht die Bewegungsinformation preis, und "bei einer gestoppten Tonaufzeichnung tritt sofort Stille ein" <ebd.>, obgleich alle "schriftliche" Information (die phonographischen Rillen oder die magnetischen Ladungen) für diesen Moment als stationäres Signal ablesbar; Spektrogramm als räumlich geometrisierter Kehrwert des Zeitsignals (*waveform*)

Computerarchäologische Eskalationen: Emulation und Simulation

- "historische" Computer in operativer Präsenz

- Nachvollziehbarkeit historischer Medientechnik; Emulation früherer Computer; Fachmessen für historische Computer *Vintage Computer Festival* (VCFe) in München, Vintage Comput*ing* Festival, Berlin; Emulation Funktionsgleichheit in einer zeitinvarianten Weise; lassen sich Computer ihrerseits auf symbolischen Maschinen nachvollziehen (Prinzip Turingmaschine); Unterschied zu festverddrahtetes Medien: vermag ein aktuelles Radio kein früheres Radio in seiner technischen Konkretheit zu emulieren

- Simulation aus medienarchäologischer Sicht durch "temporale Indexikalität" definiert; diesen Faktor bei der Emulation von hochintegrierten Chips auf Mikrocontrollern buchstäblich einzuschreiben verlangt nach Programmierung in Assembler, da - im Unterschied zu Hochsprachen - maschinen-, also zeitnah; unmittelbare Übersetzung des vielsagenden Op-Codes in Mnemocode durch (gleichnamigen) Assembler-Compiler; läßt sich das filigrane Zeitgespinst von Timern, Interrupts, Sync-Signalen zum VGA-Monitor und damit das Zeitverhalten der konkreten Hardware wirklich nachbauen; reicht nicht der Nachvollzug der symbolischen Logik, sondern verlangt nach der real implementierten

Rechnerwelt, d. h. Rechenzeit; Simulation Emulator + zeitkritische Implementierung

- "einen Amiga zu emulieren, galt auf anderen Computern auf Grund der komplizierten und [...] schnellen Hardware des Amiga als unmöglich. Mit den Emulatoren *Fellow* für MS-DOS [...] war es schon auf einem nur 100 MHz schnellen 486er-PC möglich, annähernd die Geschwindigkeit eines Amiga 500 zu erreichen" = Volker Mohr, Der Amiga. Die Geschichte einer Computerlegende, Morschen (Scriptorium-Verlag) 2007, 93 f.; entscheidend hier der Zeitfaktor, womit "eine Simulation vor allem als Dynamik(nach)bildung zu verstehen ist" = 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, 301-316 (308); nahe am Begriff der Animation - in diesem Fall die buchstäbliche Verlebendigung eines ausgestorbenen Computers: "The animation [...] has to give the user the feeling for what is going on in his or her model during the simulated time and to uncover the problems of the dynamic behavior of the model" = Christine Strothotte / Thomas Strothotte, Seeing Between the Pixels. Pictures in Interactive Systems, Berlin / Heidelberg / New York 1997, 128 - bis hin zu echtzeitfähigen Benutzeroberflächen.

- wird Zeitfaktor der Simulation sinnlich erfahrbar dort, wo operative Medien und die Zeitweisen sonischer Prozesse ("Musik") sich ausdrücklich treffen; neben 64 KByte RAM und Graphikfähigkeiten des C64 vor allem auch sein programmierbarer dreistimmiger (also polyphoner) teils analog, teils digital operierender Sound-Chip: der MOS Technology 6581 SID (Sound Interface Design) Chip

- den SID-Chip auf der offenliegenden Platine identifizieren; den medienarchäologischen Blick praktizieren, nahe der non-invasiven Chirurgie

- bemerkenswert am brutalen POKE-Befehl in frühen Heimcomputern die Möglichkeit, Werte gezielt in Speicheradressen zu schreiben und damit "sofort Ergebnisse" zu erhalten = William B. Sanders, Einführungskurs Commodore 64. Eine praxisnahe Anleitung für die Bedienung, Haar b. München(Markt-und-Technik-Verlag) 1984, 155

- steht das "Poken" von Werten in den 6581-Chip konkret für Weisen der Klangerzeugung, welche den ursprünglichen Zusammenhang von Musik & Mathematik in der genuin technomathematischen Maschine ausreizt; erlaubt Verwendung von reellen (und nicht nur natürlichen) Zahlen ein wirklich mathematisches Verhältnis vom Ton, der ihn zugleich vom klassischen, kulturellen Musikbegriff emanzipiert: "Man kann damit nicht nur Musik, sondern praktisch jeden gewünschten Ton erzeugen" = ebd.; charakterisiert es die Welt der Sonik: ein analog zur Informatik oder Kybernetik gewählter Begriff, der den Unterschied technomathematischer zu traditioneller Klangerzeugung markiert

- "Aufgrund der hohen Popularität des C64 entstanden sehr viele Kompositionen für den SID [...]. Um diese Musik auch auf heutigen Computern abspielen zu können, entstand das SID-Dateiformat. Player für dieses Format gibt es für praktisch alle Plattformen [...]. Bei diesen handelt es sich überlicherwiese um einen Emulator des Prozessors und des Soundchips des C64" = Eintrag "MOS Technology SID", unter: http://de.wikipedia.org/wiki/MOS_Technology_SID; Stand: 21. April 2009

- folgt von Seiten des entsprechenden Wikipedia-Eintrags die sich am Sonischen für das menschliche Ohr (als seinem Ersatz-Zeitsinn) hochsensibel entfaltende Differenz von Emulation und Simulation elektronischer *versus* technomathematischer Klanggenerierung: "Wegen des halb-analogen Aufbaus des SID wurde eine exakte Emulation des Klangbildes bisher noch nicht erreicht. Deshalb gibt es auch einige Hardware-Synthesizer mit echten Sid-Chips zur Klangerzeugung" = ebd.

- stellt Emulation eine spezifische Form von Medienarchäologie dar; werden die Medien selbst "historisch" aktiv, indem sie Wesenszüge früherer Rechner ent- und aufdecken, "for further study of machines that no longer exist, such as the ENIAC or EDSAC", welche "impractical to restore, such as the SAGE", oder "impractical to run, (energy requirements) such as a CRAY" = zitiert nach: http://ed-thelen.org/comp-hist/emulation.html (Zugriff 20. November 2008)

- praktische Funktion einer Emulation: "Run software for a machine you had on a machine you have" <ebd.>

- Video-Dokumentation (*EDSAC 1999*) einer Tagung zum 50. Jahrestag der ersten erfolgreichen Berechnung durch den EDSAC Computer (mit Eingabe durch Telephonwählscheibe für Dezimalwerte und mit "memory tanks", nämlich Quecksilberverzögerungsleitungen); sei es "easier preserving by simulation software rather than re-creating it in hardware"; wird ein vergangenener Computer auf logischer Ebene durch einen heutigen emuliert; aber technischer, also Hardware-Ebene aber ist Historie am Werk, einmal im Sinne der Vergänglichkeit des Materials (Entropie), andererseits durch die gleichursprüngliche Gültigkeit jener elektrophysikalischen Gesetze, mit denen der EDSAC operiert, 1949 ebenso realisierbar wie 1999; diskursiv angeeignetes, historisch relatives Wissen aber wird von einem unverrückbaren Gestell der physikalischen Verhältnisse selbst gemaßregelt

- Wiederauferstehung antiquierter Computer: Henner Schneider, Simulation und Animation historischer Geräte, Beitrag zur Jahrestagung 1999 Deutscher Museumsbund, HNF Paderborn, 26. bis 28. April 1999, Fachgruppe Technikhistorische Museen; *online* ; Maxwell M. Burnet / Robert M. Supnik, Preserving Computing’s Past: Restoration and Simulation, in: Digital Technical Journal Vol. 8, No. 3 (1996), 23–38

Simulation mit dem Analogcomputer

- Zeitverhalten ("Gegenwartsfenster", sei es nun Echtzeit oder Raffung respektive Dehnung) entscheidendes Kriterium für die Definition des Begriffs von Simulation: "Ein Analogcomputer befolgt in seinem physikalischen Verhalten über der Zeit die Gesetze des von ihm analog dargestellten Sytems. Ist dieses auch ein physikalisches System mit der Zeit als unabhängiger Variablen, so kann man dafür die Berechnung die Zeitskala dehnen oder raffen. Einen Echtzeitrechner erhält man, wenn die Maschinenzeit gleich der Zeit des berechneten Problemes wird. In diesem Falle stellt der Analogrechner einen Simulator dar, der sich zwischen" - also räumlich wie zeitlich im Kanal - "seine Ein- und Ausgängen so verhält, wie das von ihm simuliete System" = E. Kettel, Übersicht über die Technik der elektronischen Analogrechner, in: Telefunken-Zeitung Jg. 30 (Juni 1957) Heft 116, 129-135 (130) - zeitgetreu, *high fidelity* im Zeitbereich. "Man kann an den Ein- und Ausgängen Umsetzer anbringen, so daß dort die gleichen physikalischen Größen wie im simulierten System auftreten" = ebd.

- Analogcomputer (anders als im Falle von A/D-Umsetzern) mit der (physikalischen, also zeitlichen) Welt selbst kompatibel; wird Teil des Systems, das er zugleich (teilweise) simuliert

Elektro(mecha)nische Analogrechner

- Mathematisches Theoriewerkzeug; Schülke 1909: "Graphische Darstellung der Logarithmen"; Legende zu Zeichnungen I u. II: "In beiden Fällen sieht man anschaulicher als bei einer Zahlentabelle den Grundgedanken, der zur Logarithmenrechnung geführt hat, nämlich die Zuordnung einer geometrischen Reihe zu einer arithmetischen" = 22; *theoría*

- digitale vs. analoge Mathematikmaschinen: "Werden die 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, elektischen Strömen usw. eingegeben und erhält man die Resultate in entsprechender Form, so spricht man von mathematischen Instrumenten oder Apparaten (analogue machines)" = Fr. A. Willers, Mathematische Maschinen und Instrumente, Berlin (Akademie) 1951, 1 ("Einleitung")

- Rechenschieber Analog"computer" *avant la lettre*

- "Werden die 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 erhlt man die Resultate in entsprechender Form, so spricht man von mathematischen Instrumenten oder Apparaten (analogue machines" = Willers 1951: 1

- 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

- Differenz zwischen mechanischem Rechenschieber und elektronischem Analogcomputer am Kriterium der "Programmierbarkeit"

Hard- und Software von Computern als Museumsgegenstand

- "Ich könnte mir ein künftiges Jahrtausend denken, das unser Zeitalter der Technik anstaunte, wie wir die Antike bewundern und Maschinen angrübe, wie wir Statuen" = Christian Morgenstern, zitiert von Ralf Bülow; Computer gibt als archäologisches Artefakt nichts zu sehen, schon gar nicht die Software

- Kurator am National Museum of Science and Industry in London Doron Swade, Collecting Software: Preserving Information in an Object-Centred Culture, in: History and Computing Vol. 4 No 3 (1992), 206-210"

- Software ein kulturelles Artefakt, aber kein Objekt mehr, weil es sich erst im Vollzug entfaltet; Objektbegriff in der "objektorientierten Programmierung", Kapselung, Instanziierung

- Software gehört zu den "generic objects". Weil algorithmische Kunst "generativ" ist, kann sie - wie Leon Battista Albertis Kodierung des Stadtplans von Rom - *gleichursprünglich* wiederhergestellt werden; ist "historisch" nur mit dem Index des konkreten materiellen (kontingenten) Ausdrucks

- Computer ausstellbar, aber nicht seine zeitkritischen und "bit-critical" Prozesse - es sei denn, im frequenzbasierten Medium des Akustischen, akustische Virtrinen; Sonifikation der Cycling Units im ENIAC; das akustische *monitoring* von Seiten der Ingenieure an frühen Computern wie der Zuse Z 22

- "One bit wrong and the system crashes" - sofern überhaupt noch die Computerhardware zur Verfügung spielt, diese Software abzuspielen. "In archaeological terms the operational continuity of contemporary culture cannot be assured" (Swade); Lösung liegt darin, den materiellen Aspekt der Computerkultur selbst in Software zu verwandeln, d. h. vergangene Hardware digital zu *emulieren*; damit Dinge in der Kultur, die ihre eigene Verundinglichung betreiben - "logical replication as distinct from physical replication" (Swade), komputative Medien, die zwar Dinge darstellen, selbst aber überhaupt nicht mehr Dinge sind

Modellbildung zwischen Simulation und Emulation

- zwischen zwei Formen diagrammatischer Modellbildung scharf unterscheiden: Simulation, Emulation

- Emulation eines antiken C64-Computers auf heutigem Rechner eine Abbildung, die in ihrer Funktionalität (wenngleich mit anderen Algorithmen realisiert) streng der Logik des C64 entsprechen muß, und mit ihm dann als Medienzustand wesensgleich ist (unter Zugrundelegung des Turingschen Begriffs von Computer als mechanisierter Mathematik).

- aktuelle Emulation kein historisches Zitat, kein Aufruf eines Kapitels Computerhistorie, sondern im Moment der Konfiguration *ist* mein Rechner der C64

- prinzipiell ahistorischer Zustand von Mathematik

- Texte, die am Computer "und nicht so sehr im Kopf entstanden" sind? mit der Schere denkend; Turing 1936: kopfrechnender Mensch *ist* im mathematischen Zustand der Maschine. Er ist in diesem Moment von einer Konfiguration be- / gestellt: in ein "Gestell gespannt, das selbst wiederum eine Form der Entbergung des Seins ist" = Bruno Latour, Die Hoffnung der Pandora, Ffm (Suhrkamp) 2002: 213, paraphrasiert hier Heidegger

Überlieferung von Computerspielen

- Jens-Martin Loebel, Lost in Translation. Leistungsfähigkeit, Einsatz und Grenzen bei der Langzeitbewahrung digitaler multimedialer Objekte am Beispiel von Computerspielen, Glückstadt (VWH Verlag Werner Hülsbusch) 2014

- "interact with a digitally archived artefact in future times" = Beitrag Loebel, "Technical Requirements and Challenges in Game preservation", Workshop (Gesellschaft für Informatik / Nestor / Computerspielemuseum Berlin et al.) *Save Game - Legal Challenges in Game Preservation*, Humboldt-Universität zu Berlin, 22. April 2015; urheberrechtlich erlaubt: "analoge" Reproduktion (etwa Abfilmen einer Computerspielsequenz), oder Ausdruck auf Papier

- emulation software which makes behave like an older system; i. U. zur Simulation: Emulation funktionales Äquivalent; das Input - Output-Verhältnis bleibt erhalten (auch wenn die Innereien der Black Box im neuen Host-Systems andere sind)

- simulation: faithfully track the single steps / instructions

- Begriff, der Emulation und Simulation verschränkt: "Semulation" (van Treeck); wenn nur das ethnologische Spielverhalten (mit-)überliefert werden soll: Simulation im theatralischen Sinn (performativ); zielt operative Simulation auf die Beibehaltung des authentischen Zeitverhalten des Mensch-Maschine-Systems als überlieferungswürdiger Informamtion (die medienarchäologische Deutung); "IF timedEvent ... Interrupt"

- Basis für Paradigma der Emulation die Persistenz der von-Neumann-

Architektur

ISO image

- Computerdatei als Speicherabbild des Dateisystems einer CD resp. DVD (sofern diese im Format ISO 9660 strukturiert ist); https://de.wikipedia.de, Eintrag "ISO-Abbild", Abruf 18. November 2015; Auslesung sektorenweise; UNIX-Befehl "dd". Erstellung eines identischen Abbilds (eher *mapping* also denn "Bild"), etwa gebrannt auf eine 1:1-CD, "on the fly", ist *zeitkritisch*. Lesefehler entstehen durch Kratzer / Staub; aber: Fehlerkorrektur

- am Media Archaeological Lab, University of Colerado, Boulder "ability to run the original" von *The Speaking Clock* "if we have the hypercard stack files" anstatt einer Emulation (Kommunikation Lori Emerson, Oktober 2015); Kryoflux mit 3.5-Zoll Diskettenlaufwerk; Download als Datenpaket http://elmcip.net/creative-work/speaking-clock; ein *disk image* erstellen, sektorenweise

- "Eine Emulation eines Commodore-64 auf einem aktuellen PC ist jedoch keine *performanzkritische Anwendung*. Für zukünftige Computersysteme, die unsere heutigen emulieren sollen, wird im Allgemeinen davon ausgegangen, dass deren Performanz weitaus höher ist als heute, sodass auch hier die Performanz für eine erfolgreiche Emulation ausreichen dürfte" = S. E. Funk, Eintrag "Emulation", in: H. Neuroth et al. (Hg.), nestor Handbuch. Eine kleine enzyklopädie der digitalen Langzeitarchivierung, Göttingen (nestor-Kompetenznetzwerk Langzeitarchvierung) 2010, 8:16-8:23; Verhalten als "performativer" zeitkritischer Aspekt? Wäre "Simulation"

- Videospiele, die es für den C-64 gab, im Internet als C-64 Disk-Image; darin enthaltenen Programme mit den Emulatoren laden und nutzen. "Als alter C-64 Nutzer stand ich also nicht vor dem Problem, meine Spiele von alten 5,25-Zoll Disketten auf neuere Datenträger migrieren zu müssen" = Funk ebd.

- "nun *auch möglich, einen Emulator wiederum zu emulieren*, wenn ein weiterer Generationswechsel einer Hardwareplattform ansteht" = Funk ebd.

Vernetztes Computing:

TELEGRAPHIE

Abrupte Anfänge der Telegraphie

- 3. Januar 1796 im Pester Theater (Budapest) Premiere der einaktigen Oper *Der Telegraph oder die Fernschreibmaschine*, komponiert vom Klaviermeister Josef Chudy. Fünf Leuchtkörper bzw. fünf „Fenster“ mit beweglichen Klappen vor Lichtquelle: „Es sollten fünf sein, weil unsere

natürliche Sprache fünf Selbstlaute hätte und wir nichts ohne die fünf Sinne wären" = paraphrasiert Siegfried Zielinski, Archäologie der Medien. Zur Tiefenzeit des technischen Hörens und Sehens, Reinbek . Hamburg (Rowohlt) 2002, 211, unter Bezug auf: Josef Chudy, Beschreibung eines Telegraphs, welcher im Jahr 1787 zu Preßburg in Ungarn ist entdeckt worden, Ofen (Königl. Universitätsschriften) o. J.; repräsentiert Chudy durch An/Aus-Kombination damit das Alphabet resp. 32 Zustände (also samt Sonderzeichen). „Der Beginn einer Übertragung wurde mit allen fünf brennenden Lichtquellen signalisiert. Chudy schrieb dies mit den weit geöffneten Mündern des kapitalen Vokals 00000. War die letzte Lampe verdeckt, so wurde damit der Buchstabe A, als 00010, angezeigt“ <ebd.>. Doch „die mögliche Stellvertretung der natürlichen Zahlen durch Permutationen im fünfstelligen Code aus Nullen und Einsen deute Chudy zwar an, beachte sie aber nicht weiter“ <ebd.> - fixiert auf die Übertragung von Sprache, fixiert vom griechischen Alphabet; Abb. in Zielinski 2002: 212. Analog dazu Chudys akustischer Apparat: zwei Töne (Pauken); binäre akustische Datenmodulation der Commodore *Datasette*

- zweiwertiger Schlüssel: Vorschlag Francis Bacon, alles, was sprachlich zu formulieren ist, durch fünfstellige Variationen nur zweier Buchstaben auszudrücken: *alphabeti biliterarii* frühes 17. Jh. = Zielinski 2002: 214, basierend auf: Aschoff 1984

- Johann A. B. Bergsträßer, *Synematographie* von 1784: Wörter durch Zahlen ausdrücken („Parolenbuch“) = Übernahme Leibniz, zweiwertige Verschlüsselung (1703/05), die 24 Buchstaben in Kombinationen von Nullen und Einsen ausdrückt = Zielinski 2002: 218

- entwickelt Nicolas-Simon-Henry Linguet in Gefangenschaft in Bastille ca. 1790 ein System, „das man das pythagoreische nennen könnte. Sein akustischer Telegraph sollte aus fünf Glocken bestehen, die einen Tonwert von fünf Intervallen variieren, als Grundton, Terz, Quinte, Septime und Oktave. Einfach, doppelt oder in Kombinationen geschlagen standen die Töne für die 14 Buchstaben des / Alphbets, das Linguet als ausreichend für kurze Buchstaben erachtete" = ebd., 218 f. / Aschoff 140 ff.

- war es eine kulturtechnisch grundlegende (buchstäblich archäo-logische) altgriechische Operation, elementare Buchstaben zugleich als Zahlzeichen zu verwenden, welche das Digitale praktizierbar machte: „Der erst 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" = 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 - damit im binären Zahlensystem anschreibbar, „durch paarweise kombinierte Ausschläge“, auf dem „Weg von dem aus Parallelität und Sukzessivität der Zeichen kombinierten System zur reinen Sukzessivität" = ebd., 116

- 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 Elementarbegriffe 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 darstellenen 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

- wird Strom nicht länger ausschließlich dazu benutzt, Apparate anzutreiben, die Signale übermitteln; Strom selbst, als Impuls, zur Signalübertragung fähig; elektrische Telegraphie (im Unterschied zur optischen) direkt an Galvanische Elektrizität gekoppelt: "1795 schlug Francisco Salvá y Campillo der Akademie der Naturwissenschaften und Künste zu Barcelona ein gleichermaßen exaktes wie schmerzliches Experiment vor. Zweimal zweiundzwanzig elektrische Leitungen, also jeweils ein Leitungspaar pro alphabetischen Buchstaben, sollten Barcelona über eine unterirdische Strecke von zwanzig Meilen mit dem kleinen Hafen Matarò verbinden. Woraufhin bei jedem Schaltvorgang, der in Barcelona ein Leitungspaar unter Strom setzte, die animalische Elektrizität im Wortsinn Galvanis ihr Wesen offenbaren würde. Ein Mann, dessen rechte

Hand an der positiven Leitung und dessen linke an der negativen hinge, würde ebenso unvermeidlich wie buchstäblich ausschreien, was sich als telekommunikatives Zeichen buchstabierte. [...] genau dieser anaimalische Begriff von Elektrizität, an dem erst Volta und Soemmering rüttelten, herrschte von Galvani bis Salvà, von Frankenstein bis zu Edisons Elektrokution: Stromfluß war synonym mit Schmerz" = Friedrich Kittler, Alphabetische Öffentlichkeit und telegraphisches Geheimnis. Telegraphie von Lakanal bis Soemmering, in: Etienne François u. a. (Hg.), Marianne-Germania. Deutsch-französischer Kulturtransfer im europäischen Kontext, Leipzig (Leipziger Universitätsverlag) 1998, Bd. 2, 491-506 (501) - und damit angeschlossen an DuBois-Raymonds Elektrophysiologie; Duchennes elektrisch induzierter Laokoon-Schrei

- J. L. Boeckmann, Versuch ueber Telegraphie und Telegraphen, Carlsruhe 1794, 95ff, bes. 110: „Ist Electricität zur Telegraphik überhaupt als *anwendbar zu denken*?“; Chappe, LeCanal, Sömmering

- publiziert El Lissitzky Juli 1923 im dadaistischen Organ *Merz* (Nr. 4) seine Thesen „Topographie der Typographie“. These 8 schließt an Lamprecht an, um ihn zu überbieten: „Der gedruckte Bogen überwindet Raum und Zeit. Der gedruckte Bogen, die Unendlichkeit der Bücher, muß überwunden werden. DIE ELEKTROBIBLIOTHEK" = zitiert nach: Peter Paul Schneider u. a., Literatur im Industriezeitalter Bd. 2, Ausstellungskatalog Schiller Nationalmuseum Marbach am Neckar (= Marbacher Kataloge 42/2) 1987

- medienarchäologische Diskontinuität zur drahtlosen Telephonie: Signalübertragung mit minimalen (Strom-)Energiequanten / Information. "Information ist immer an Materie gebunden. [...] Zum anderen ist es physikalisch indirekt beweisbar, weil es nämlich nicht gelingt, Informationen ohne stoffliche oder energetische Träger zu übertragen" = Fichtner 1977: 107

Morse-Alphabete; Telegraphie

- kleinste Einheiten "Dit"; auch Pausen zählen (drei Längen: kurze, mittlere, lange Pause); plus zwei Zeichen (kurz / lang) , also insgesamt fünf. digital (aber nicht "binär"); "space is part of the character"; anders als Kirchenglocken: gleichmäßig getaktete Abstände

- Morses Überfahrt Amerika: unterhält sich mit Schiffselektriker; kannte aus Europa optischen Telegraphen Chappe; epistemologische Gretchenfrage: vor "mediumistischem" Hintergrund erst Offenheit für Möglichkeit eines solchen Codes?

- Morse-Tastatur; durch Drücken wird Stromkreis geschlossen, Signal (Strom) fließt; Morsen zeitkritisch? Zeit wird selbvst zum Infomationsmedium; Lnage / kurze Zeichen; digitaler Morse-Code lang / kurz: zeitkritisch; 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 diese Gefahr bei besonders häufig vorkommenden Buchstaben gering ist. "Ein solches Vorgehen nennen wir heute *Kanal-Codierung*" = Volker Aschoff, Aus der Geschichte der Telegraphen-Codes, in: Rheinisch-Westfälische Akademie der Wisenschaften: Vorträge N 297, Opladen (Westdt. Verlag) 1981, 7-35 (32)

- Anordnung Buchstaben auf Malling Hansen Schreibkugel; Mechanisierung von Code-Typen Morse, gegen menschliche Fehlerhaftigkeit (Vail)

- Wolfgang Riepl, Das Nachrichtenwesen des Altertums, Leipzig (Teubner) 1913, Telegraphie / optisch Telegraphie; Dieter Daniels, Kunst als Sendung, München 2002, Kapitel "Morse / Photographie", 17-62 u. 269-274

Relaisstation Tiflis: Zur Siemensfamilie und der Telegraphenlinie

- 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'" = 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; entwickelt Siemens & Halske spezielle Verstärkerrelais für Telegraphenleitungen; strukturelles Verstärkerelement elektronisch die Triode

- Telegraphenverbindung in die Vergangenheit? "Prompt sind denn auch die Klopfgeister 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 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" = Kittler 1986, 23; 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 Unverzüglichkeit 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 Landtelegrafenlinie 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 Kodes

- 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 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 dengleichen 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 Eisenbahnlinien 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 Eisenbahnlinien; symboltechnische Kommunikationsmedien und / oder realer Transport; stehen historische Eisenbahn- und Telegraphenlinie über Tiflis (Siemens) im Verbund - wie Charles Wheathstone seine Telegraphenlinien entlang der britischen Eisenbahn baut

- Bildtelegrapie 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 decive topping the Octagon", in: Bann 1995: 86

- scheinen sich Telegraphie und Ortsgedächtnis (Archiv) zu widersprechen. Telegraphie steht für die Flüchtigkeit der übertragenene 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 weitersenden =Karl Tetzner, Von London nach Kalkutta ohne Verstärker. Siemens baute 1870 eine Landtelegrafenlinie über 11000 Kilometer, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 146 vom 27. Juni 1995, Seite T 6; *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 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 symbolisches 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

- fallen 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 kodiert = § 6 in: Otto Dambach, Das Telegraphen-Strafrecht nach der Deutschen Gesetzgebung, Berlin (Schoeß) 1897, 6

- *Un*übertragbarkeit 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, reale Waren nach wie vor in der realen physikalischen Welt, bedürfen der materiellen Verkehrslogistik

Die telegraphischen Medien der Historie

- antelle extensiver Transportzeit physikalischer Vehikel 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

- begründet Philipp Hiltebrandt, 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 übernehmen = Deutsches Historisches Institut Rom, Archiv, Nachlaß Philipp Hiltebrandt, 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 ; 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" = ebd.

- 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 Hiltebrandt, 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 zusammengefäscht 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" = 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. Hiltebrandts 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 Nationalversammlung beschloß 1794 nicht nur die allgemeine Alphabetisierung (Volksschulbildung), sondern auch optische Telegraphie

für die militärische Kommunikation. Historisches Bewußtsein und ihre archivische Forschung weitgehend fixiert auf Schrift als Medium und Gedächtnis von Geschichte; technische Medien zeitigen neue Ereignistypen. "Alle Revolutionen sind technische Revolutionen" = Vilém Flusser, in: Vilém Flussers Fluß. Ein Film von Michael Bielicky, Deutschland 1993; 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 verrauschte 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" = 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

- Samuel Morse handschriftlich über die Transkription des ersten interurbanen Telegramms von Wahshington 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 *res gestae* und den *res narratae* scheint geschlossen" = Bernhard Siegert, xxx, in: Ana Ofak / Philipp von Hilgers (Hg.) 2010: 164; 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" = Jerzy Seidler, Optimierung informationsübertragender Systeme, Bd. 1: Grundlagen der statistischen Optimierung, Berlin (VEB Verlag Technik) 1967, 64; 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 gesndet wurde, [...] ein Element der Willkürlichkeit stecken" = Seidler 1967: 64; 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 überliefungstechnisch 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" = 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" = Michael Franz, Von Gorgias bis Lukrez, xxx, 53; konvergieren in medientechnischen Prozessen Zeichen und Signal, etwa phonautographische Stimm- und Klangaufzeichnung = Siegert 2003, 256 ff.; 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 = Umberto Eco, Einführung in die Semiotik, München (UTB / Fink) 1991, 28-31. 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. Im Bestreben einer Philologie im (und für das) Informationszeitalter übernahm Jakobsen die zu ingenieurstechnischen Zwecken, ausdrücklich *nicht* auf Bedeutungsvorgänge zielende Nachrichtentheorie; Slava Gerovitch, Roman Jakobson und die Kybernetisierung der Linguistik in der Sowjetunion, in: Michael Hagner / Erich Hörl (Hg.), Die Transformation des Humanen. Beiträge zur Kulturgeschichte der Kybernetik, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 2008, 229-274; unter 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 Horaz = zitiert nach F. A. Kittler, Im Telegrammstil, in: Gumbrecht / Pfeiffer (Hg.), Stil. Geschichten und Funktionen eines kulturwissenschaftlichen Diskurselements, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 1986, 363

- 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" = Nyquist 1928: 618; war es anhand eines diskreten Nachrichtensystems, daß sich die mathematische Theorie der Kommunikation entwickelte. Telegraphie ist nicht im historischen, sondern medienarchäologischen Sinne das *Vor*spiel (eher denn: die Vorgeschichte) der digitalen Informationstechnik; zielt *Medien*theorie der telegraphischen Übermittlung nicht auf die Inhalte, sondern Methoden "for determining the distortion of telegraph signals" = 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); das fortwährende Drama materieller wie kodierter Überlieferung im kulturkommunikativen Sinn: "The transmission medium may alter the magnitude and phase of the sinusoidal components" = Nyquist 1928: 620

- kritisch nicht der semantische Inhalt der Kommunikation sondern "the lack of a precise formulation of what is meant by transmittiing intelligence. [...] We may then lay down as a criterion for a telegraph system's ability to transmit intelligence, that is should be possible to shape the sent signals so as to make the received wave non-distoring" = 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; Austzrahlung 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 Morsecodes; *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; Korns 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 Infomations; 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 *Kanal-Codierung*" = Volker Aschoff, Aus der Geschichte der Telegraphen-Codes, in: Rheinisch-Westfälische Akademie der Wisenschaften: Vorträge N 297, Opladen (Westdt. Verlag) 1981, 7-35 (32)

- 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); Frequenzmultiplex (analog); Zeitmultiplex (digital) zeitlich verschaltelte 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 / Wetzel (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 bestinmmten 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

- Vernachlässigung der Ware "Information" im marxistischen Modell INFORMATION IS INFORMATION, NOT MATTER OR ENERGY. NO MATERIALISM WHICH DOES NOT ADMMIT 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 (Schriftakt / 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" = Norbert Bolz, Kann sich die Informationsgesellschaft eine Ethik leisten?, in: Universitas. Zeitschrift für interdisziplinäre Wissenschaft, 5/1993, 421-429 (427)

- elektrische Glühbirne ein „Medium ohne Botschaft“ (McLuhan), wird aber als Signal zum Überräger 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; Lichtgeschwindigkeit 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

- wird Zeichen "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 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 Lautgeblden der Sprachlaute zugeordnet sind. Das einzelne Zeichen kann je nur eine von zwei Gestalten, Punkt oder Strich, haben. Hier vollzieht die rückfrhgung 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 einzighe 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 Srpache 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.

INTERNET

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 praehistorische 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/Aufsaetze/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 dessimination <sic> of information and espeically in emergencies, the net organization proves its worth" = ebd.

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 zeitgenösssichen 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" = Michel Foucault, Andere Räume, in: zeitmitschrift. ästhetik & politik Nr. 1 (1990), 4-15 (6)

- *n-dimensionale* Datenwolken: eine vollständige Geometrisierung und Mathematisierung archäologischer Lagen, die buchstäblich bereits jenseits der Stratigraphie und ihrer archäologischen Metaphorik liegt

- 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 Dinension, die den Übvergang zwischen geordneten und choatischen Verhältnissen beschreiben. Chaos

stellt sich immer dann ein, wenn die Dinge keine geradlinige, sondern eine dynamische, rückgekoppelte, `sich selbst steuernde´ Entwicklung nehmen" = Jörg Albrecht, An Schottlands unendlicher Küste. Wie es Mathematikern gelingt, den Übergang zwischen Ordnung und Chaos zu beschreiben, in: Die Welt v. 27. September 1986

- 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 Krausse, Informationen auf einen Blick. Zur Geschichte der Diagramme, in: Form + Zweck 16 (1999)

- Topographie als graphische Raumbeschreibung; 3D-Daten formatieren; ergreifen Karten den Raum

- 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 Warburgs *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 errechnet = Volker Claus / Andreas Schwill, Schülerduden. Die Informatik, Mannheim et al. (Dudenverl.) 1991, 221; *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" = 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)

- "Bild und Schrift schließen sich als Mittel der Dokumentation aus" = Karlheinz Blaschke, Zur Theorie archivalischer Kartenbestände, in: Archivmitteilungen 2/1957, 41-45 (42); 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

- ersetztMapping als dynamischer Begriff starre archivische Klassifikation

- kartographische Erfaßbarkeit 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

- Definition "mapping" Kartenherstellung, doch Differenz zum mathematischen Begriff: *mapping* eine 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 Entferung zur Heimat in östlerischer oder westlicher Richtung errechnen" = Alexander Schneider, Navigieren mit dem Zeitmesser, in: FAZ Nr. 259 v. 7. Dezember 2000, B8

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 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)

"Geburt" *versus* Archäologie des Internet

- heuert ARPA 1961 Psychologen J. C. R. Licklider an, bereits Erfahrung mit Projekten des Verteidugungsministeriums hatte - etwa als Miotarbeiter im Psycho-Akustik Labor der Harvard University. 1950 arbeitet er am MIT im Psychology Department. Zunäcsht 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) unbenennen (dort u. a. kollaboerativ 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 grapische 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 warpf 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 Inrternet 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 gemometrische) 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 Cinet, 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"; Prozessoren von PCs mittlerweile so mächtig und ihre Speicherkapazität, daß sie problemlos als kleine Server eingesetzt werden können = ebd. Damit PCs ständig ans Netz angeschlossen – Direktanschluss an den *flow* (Kabelanschluss, schnelle Standleitung)

- änderte sich die Form der Navigation im Netz; entwickelt Ian Clarke 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

- Paul Barans Zertreuungen: "There are two requirements that must be met to build such a quasi-real-time system. First, the in-transit storage at each node should be minimized to prevent undesirable time delays. Secondly, the shortest instantaneously available path through the network should be found with expectation that the status of the network will be rapidly changing" = Baran: Distributed Communications, I, S. 24

- 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 zusammenzusetzen - nicht nur im bildlichen Sinne passend, vor allem auch im zeitlichen Sinne als Synchronisation; "[d]ie Regeln, nach denen die Kommunikation zwischen Computersystemen abläuft": Othmar Kyas, Internet: Zugang, Utilities, Nutzung, Bergheim (DATACOM) 1994, 61

- 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 Wieners. "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 (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

- Bush 1945; Ted Nelson; Links können syntaktischer oder semantischer Art (Textkohärenz, Personalpronomen) sein; klassisches Buch Inhaltsverzeichnisse etc.; Hypertext-Elemente (Meta-Ebene); Graphentheorie: Knoten und Kanten = Verbindungen zwischen den Knoten

- Augustino Ramelli entwickelt barockes Leserad; noch kein Hypertext, weil Bücher keine Verweise aufeinander / untereinander enthalten

- Tim Berners Lee entwickelt Format HTML (SGML hat sich nicht durchgesetzt; Neuerung: XML)

- Nelsons ursprünglicher Ansatz kybernetisch gedacht: interaktiv, Rückkopplung; Link-Struktur reduziert diesen Ansatz

- assoziatives Gedächtnis als Alternative zur bibliothekarischen Klassifikation: E. Fredkin, Trie memory, in: Communications of the ACM, Sept. 1960, 490-499; Lickliders "Man-Computer Symbiosis" bezieht sich darauf; Luhmanns Zettelkasten

- 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 Ebene 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

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" = 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

- bedurfte es der sowjetischen Interkontinentalraketendrohung, 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

Die neuen Netze: zeitkritisch

- "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. Im Unterschied zur bildhaften, räumlichen "Netz"-Metapher Internet radikal zeitkritisch: "data travels as discrete packets between locations and can be cached in a number of places. At best, a hypothetical map (paradoxically called a "trace") of an interchange can be oproduce dusing packets with stepped TTL (Time To Live) settings. […] To poroduce such a map, the tracerouter tool sends out a series of packets with increasing TTL values" <Chung ebd.>. Insofern ist Cyberspace "fundamentally un-mappable"; TCP Transmission Control Protocol; IP Internet Protocol

Eine diagrammatische Struktur

- treten dynamische Verweise an die Stelle festgefügter Collagen im Raum; "hat Michel Serres topologisch präziser "ein netzförmiges Diagramm" für Kommunikation vorgeschlagen; dies besteht "aus einer Merhzahl von Punkten (Gipfeln), die untereinander durch eine Mehrzahl von Verzweifgungen (Wegen verbunden sind" […]; jeder Punkt hat seine eigene Kraft (die in der Zeit möglicherweise variierrt […]" (Serres 1964, S. 9." Es geht also um reversible Wechselwirkungen, "die zudem nicht nur von Punkt zu Punkt, sondern auch innerhalb der Zeit varriiert" = Stingelin 2000: 19 - zeitkritisch

- Collage stellt feste Fügung (oder mit Fritz Heider in Anlehnung an seinen Aufsatz von 1926 formuliert: "Kopplung") dar; demgegenüber das Docuverse (frei nach Theodor Holm Nelson) eine lose Kopplung. Darauf gründet sich auf ein Plädoyer für den Ersatz buchförmiger Findbücher in Archiven durch ein non-lineares online-Repertorium, je nach Anfragetyp rekonfigurierbar und insofern ganz in der Tradition von Bushs Memex: "Wie eine "clickable map" kann es je nach Bedarf Überblicke oder Details liefern. Es kann Hintergrundinformationen bereitstellen und eventuell Verknüpfungen zu fremden Informationsbeständen geben. Die Idee der

Provenienz als Sachgemeinschaft (Brenneke) entfaltet mit diesem Instrumentatium weitere Poteniale, die in der begrenzten Flexibiltät des Papierausdrucks schwer realisierbar sind" = Angelika Menne-Haritz, Online-fähige Repertorien? Einige Überlegungen zur Interaktivität von Archivfindmitteln, in: Der Archivar 49 (1996), Sp. 603-610

- wird nonlineare Aneignungsweise nicht mehr von starren Formaten, sondern vom aktualen Gebrauch gesteuert - das "generative Archiv" - womit also der hypertextuelle Verweis das Gesetz des dynamischen Archivs bildet

- Wissenstopologie im Hyperraum relational and adressgesteuert. "Die Topologie eines Netzes ergibt sich aus der Struktur der physikalischen (nicht virtuellen!) Verbindungen, die zwischen den Datenstationen und den Netzknoten bestehen" = xxx - ob Sternnetz, ob Schleife, ob Baum, ob Masche. Doch recht eigentlich ist von Graphen statt von Topologie die Rede: also die (häufig gemometrische) 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 (ehemals Philosophie / Lehrstuhl Logik nebenan), FFm (Fischer) 1969 (in Lizenz: Berlin, Dietz, 2. Aufl.), 240

- tritt (seit der Kinematographie) an die Stelle der Montage im Raum die Montage in der Zeit, unstetige Zeit

Im und als Netz

- Knoten und Kanten (Graphen, Topologien) statt Collage; Schwarmintelligenz, generative Algorithmen

- stellen Topologie und Technologie für Diagnose aktueller Wissenswelten des Netzes eine genuin "diagrammatische" Alternative zur Collage dar. An die Stelle narrativer (wenngleich abrupter) Juxtapositionen rückt die mathematische Logik des Knotens, manifest in Formen von multimedialer *Hyperfiction*, Nicole Mahne, Transmediale Erzähltheorie. Eine Einführung, Göttingen (Vandenhoeck & Ruprecht) 2007, 110-123; deren räumliche (Collage und Bricollage als Bild) und zeiträumliche Juxtaposition, die schon in der filmischen Montage zu einer durch Zeit strukturierten Form fand, wird vollends durch eine radikale Verzeitlichung (dynamische Verweisstrukturen) ersetzt

- Hinschauen auf Bilder nicht ganzheitlich, erfolgt in Sakkaden; Blickpfade lassen sich in ihren Übergangswahrscheinlichkeiten statistisch als Markov-Ketten analysieren und als gerichtete Graphen darstellen

- sorgen im Internet Protokolle für die gelingende Kommunikation; International Standard Organisation hat 1983 sieben Protokollebenen definiert (das OSI-Modell); Schicht 2 ist dabei der Data Link Layer mit dem Zweck, "die zu versenden Daten in sogenannte Datenpakete aufzuteilen" = Othmar Kyas, Internet: Zugang, Utilities, Nutzung, Bergheim (DATACOM) 1994, 61; verhelfen extern eingefügte Bitmuster zur Erkennbarkeit von Anfang und Ende solcher Datenpakete, die im Fall des Verlorengehens wiederholt übertragen werden - eine Form der dynamische Collage, aber ohne garantierte Wiederholung. Das Internet Protocol legt das Paketformat aller Datenübertragungen im Internet fest. Diese Pakete werden "verbindungslos übertragen, daß <sic> heißt, daß jedes Paket für sich betrachtet wird, und die übertragung, unabhängig von vorhergehenden oder nachfolgenden Paketen erfolgt" <Kyas 1994: 64>. Diese dynamische Collage ist radikal zeitkritisch, denn das Time To Live-Feld (TTL) gibt die maximale Zeitdauer (das Sein-zum-Tode) in Sekunden an, während der sich ein IP-Paket im Internet befinden darf. Ein Zähler wird während dieser Routen fortwährend reduziert: "Erreicht der TTL-Zähler den Wert Null, bevor das Paket sein Ziel erreicht hat, so wird das Paket verworfen" = Kyas 1994: 65

Von Hypertext zu Hypermedia

- Differenz Hypertext (Ted Nelson 1968) / Hypermedia: nicht nur Text, sondern diverse mediale Ebenen miteinander verknüpft
Schrift reduziert Multisensualität (Sprache, Gesten, Töne) auf lineare Information, sequentiell. Lévys Kritik an Shannon: Mißachtung der Semantik; die aber entsteht mit Assoziation / Hypertext. Kommunikation kommt also nicht aus der Kette Sender-Empfänger, sondern auf Hypertextebene zustande, gegen die Vorstellung, "derzufolge der Sinn einer Botschaft durch ihren Kontext erhellt wird. Vielmehr [...] daß die Wirkung einer Botschaft darin besteht, einen Hypertext zu modifizieren, ihn komplexer zu gewstalten, zu korrigieren und neue Assoziationen in einem kontexteullen Netz aufzubauen [...]. Das elementare Schema der Kommunikation wäre nicht mehr `A übermittelt etwas an B´,sondern `A modizifiert eine Konfiguration, die A, B, C. D usw. gemeinsam ist.´" = Lévy, in: Kursbuch Medienkultur, xxx, 528

Gesellschaft als Schaltkreis

- schließt Bruno Latours Actor-Network-Theorie *nonhuman agencies* in den augmentierten Gesellschaftsbegriff ein. Der „Netzwerk-Macht" gegenüber gibt es kein Außen mehr = Michael Hardt / Tonio Negri, Empire, xxx, 2002, 187; Urtitel der New Yorker Macy-Konferenzen, die 1946-1953 der kybernetischen *epistmé* 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; "social" fällt dann im Titel des Buches von Norbert Wiener 1948 selbstredend fort; statt semiotischer Zeichen- also Signalanalyse; stehen symbolischen Mechanismen politischer Kontrolle und Regierungskunst (*alias* "gouvernment", "Kybernetik" im Sinne Ampères) konkrete Vereinbarungen im Regime der Informatik beiseite, *Protokolle* der Speicherung und Übertragung von Signalen

- McLuhans Schlagwort vom Medium als Botschaft, also den medialen "Sinntransfer auf das Medium selbst als technologische Struktur" = Jean Baudrillard, Requiem auf die Medien, in: idem, Kool Killer oder der Aufstand der Zeichen, Berlin (Merve) 1978, 83-118 (99). Deren Code ist unhintergehbar: "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 (Erbe Bert Brechts, der verlangte, den Rundfunk aus einem Distributions- in einen Kommunikationsapparat zu verwandeln), affirmiert er damit strukturell die Logik des kybernetischen Kommunikationsmodells = Baudrillard 1978: 109 u. 112; strukturiert die Notwendigkeit der kanalspezifischen Kodierung den Charakter der Botschaft

- das elektronische Netz (noch nicht Internet) begriffen als 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; verbirgt sich dahinter im Fall des Internet geschickt 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 Chiplets in Halbleiterproduktion: Mikro-Schaltkreise, verkettet zu elektronischen Komponenten / Speicher / Mikroprozessoren; Wafer in vielzahligere Chiplets 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

- unzertifizierte Gadgets im *embedded computing* anfällig für

Sicherheitslücken; Versenkung der symbolischen Maschine im Realen der Alltagswelt; ist *online*fähiger Mikroprozessor im "intelligenten" Kühlschrank nicht transitiv (thermodynamisch) in dessen Materie respektive Energie eingebettet, sondern verbleibt intransitiv im Symbolischen der bloßen Steuerung

- 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

- 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 Mobiltelephonen 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); 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 medienaisthetische 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 des 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 Signalübetragung, 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" (Benjamn), 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 anzueigenen; 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")

- 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 - 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 Kommnikationstechniken wie GPS, RFID, aber auch Mobiltelephonie. 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 Instransparenz der Algorithmen andererseits" = Steffen Mau, Wenn der Algorithmus die Kontrolle übernimmt, in: Humboldt-Universtität 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

- Schabowski-Effekt; hat Sprecher des Zentralkommitees des ehemaligen SED-Politbüros auf die Frage nach Inkrafttreten der neuen Reiseregelungen am 9. November 1989 mit "sofort" antwortete und dies wurde im technischen Sinne auch "sofort", nämlich live, in Radio und Fernsehen übertragen

- kuratiert Shintaro Miyazaki Projekt *Ubiquitous Oszillations*: "[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 Mobiltät 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 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 (Mikrophon, 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" inseins

- 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; 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" = 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 reißenden 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. In der Materialisierung von Schrifsymbolen 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 sind; das Fehlen der Periodizität charakterisiert die frühen Drucke mit Nachrichtencharakter = 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; trägt die technische Reproduktion in Form von Photographie und Xerokopie eine "signature in time" mit sich = Stephen Bann, The Clothing of Clio. A Study of the Representation of History in Nineteenth-Century Britain and France, Cambridge (Cambridge UP) 1984, 134, 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 erschröckliche Zeitung* über ein Erdbeben bei Florenz von 1542 mit dem Hinweis hinaus: "Das habe ich euch in Eile müssen anzeigen, die Post will weg!" = zitiert nach Martin 1996: 6; Zeitung konkret 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 - eine genuin technologische Operationalisierung von Zeit, um in zeitversetzter und -versetzender Buchstäblichkeit (*différance*) wieder neu zu erscheinen. "Zeitung ist Zeitverschiebung und Zeitlupe. Zeitung ist zugleich Zeitbeschleuniger" = Martin 1996: 6. 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; 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

- wandert die Zeit(ung) ins 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 = Amy N. Langville / Carl D. Meyer, Google's PageRank and Beyond: The Science of Search Engine Ranking, Princeton University Press 2006; 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?" =Harold D. Lasswell, The Structure and Function of Communication in Society, in: Wilbur Schramm (Hg.), Mass Communication, Urbana / Chicago / London 1960, 117-130 (117); 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-Breitband 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 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" = Two-Way Television Demonstrated, in: Scientific American, Juni 1920, 467; 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" =

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; kommt diese Option nicht im Einsatz für Kultur oder partizipatorische Demokratie, zum Vollzug, vielmehr 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 (Daten*packages*); verschwimmt 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

"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 Interoprabilität, welche die technische Implementierung der kombinatorischen Querbverbindungen eines Textnetzes bzw. eines Netzes allgemein realisiert, entwickelte Vint Cerf 1975 das Transmission Control Protzocol für das Arpanet, den Vorläufer des Internet. [...] das Transmission Control Protocol legt die Verbindungen innerhalb eines Netzes fest bzw. garantiert sie" = Peter Weibel, Einleitung, in: ders. (Hg.), Im Buchstabenfeld. Die Zukunft der Literatur, Graz (Droschl) 2001, 41 f.

- 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 Unverzüglichkeit (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

- 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"

- Medienarchäologie ent-deckt Infrastrukturen, im Sinne Kants als 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 Mobiltelephone; 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

- Algorithmen für *predictive analytics* im Grunde 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 - 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 Jetz-Vergangenheit; anstellte von statistischen Archivierung der "Big Broghter"-Observation (vertraut aus den Stasi-Archiven), an deren schieren 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

- 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

- zählt Harald Weinrich die "Wachstafel" unter die Gedächtnistmetaphern; 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 Stumpfs Satz 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; "Übertragung" 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? 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" = Christoph Tholen, Das Ende der Geschichte im Internet. Eine Entgegnung, in: Geschichte und Informatik 12/2001, 23-34 (31)

- werden 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, solche Emergenzen rechtzeitig zu reflektieren, das Phänomen in *termini technici* präzise zu

fassen. Es gibt Klartext; Leibniz auf der Suche nach einer "characteristica 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 Der Brücke und dem Internet in Ostwald Bemerkung über die nicht-zirkulierbare Überproduktion an Wissen zutage: "Urrsache 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 zugängig macht" = zitiert in Sachsse 2000: 44 f.

- Computer dadurch defininiert, 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 Datenmenrgen 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 Signal"wandlung" (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 begründten "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" = Talley, The Army´s Amateur, in: Radio News 12 (April 1931), 892- 894, 925 u. 931 (894) - 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 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 dessimination <sic> of information and espeically 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 containging 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 hyptertext 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 (kinematgraphische 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. Konntektionismus, neuronale Networks. "Der Schritt vom Geist zum Gehirn ist ein Schritt von der Reinheit symbolischer Logik zur Empirie menschlicher Hardware" = Norbert Bolz, Computer als Medium. Einleitung, in: ders. / Friedrich A. Kittler / Christoph Tholen (Hg.), Computer als Medium, München (Fink) xxx, 9-16 (13); orientiert am simultar 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 keiine 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" = Norbert Bolz, Eine kurze Geschichte des Scheins, München (Fink) 1991, Cambridge, Mass., 8. Aufl. 1988, 126; wird jedes Mikroelement konnektionistisch zugleich zur Metonymie des ganzen Systems = D. E. Rumelhart, Parallel distributed processing I, 80

- 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

- Lévys Kritik an Shannon. "Das elementare Schema der Kommunikation wäre nicht mehr `A übermittelt etwas an B´,sondern `A modizifiert eine Konfiguration, die A, B, C. D usw. gemeinsam ist´" = Pierre Lévy, "Die Metapher des Hypertextes" (1990, in Kursbuch Medienkultur), 528

- 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)

- werden 1968 die ersten vier Rechner des vom Pentagon finanzierten Forschungsverbunds zum ARPANET verknüpft

- naturalisieren organische Metaphern des "Netzes" die technologische, logistische Struktur des Internets; hat Michel Serres topologisch präzise "ein netzförmiges Diagramm" für Kommunikation vorgeschlagen; dies besteht "aus einer Merhzahl von Punkten (Gipfeln), die untereinander durch eine Mehrzahl von Verzweifgungen (Wegen verbunden sind" [...]; jeder Punkt hat seine eigene Kraft (die in der Zeit möglihcverweise variierrt [...]" (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)

- 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" = Gilles Deleuze / Félix Guattari, Tausend Plateaus. Kapitalismus und Schizophrenie, a. d. Frz. v. Gabriele Rick / Ronald Vouillié, Berlin (Merve) 1992, 31 u. 36; operiert (wie Gedächtnis aus der Sicht des radikalen Konstruktivismus) sich jeweile aktuell bildend, nicht dauerhaft / speichernd; Übertragung Deleuzescher Konzepte auf das Internet "nicht frei von einer organizistischen Metaphorik" = Martin Stingelin, Das Netzwerk von Gilles Deleuze. Immanenz im Internet und auf Video, Berlin (Merve) 2000, 25; (k)ein "Rhizom"; kein Biologismmus, 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; steht dem 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

- 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

- "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 Akteueren als Gesellschaft: umfassender Systembegriff der Kybernetik, *animals* wie *machines* umfassend, als Signalverarbeitung; Karl Küpfmüller, *Die Systemtheorie der elektrischen Nachrichtenübertragung*, Stuttgart 1949

- der „Netzwerk-Macht" gegenüber kein Außen mehr = Michael Hardt / Tonio Negri, Empire, xxx, 2002, 187; Gesellschaftsanalyse obliegt nun der Kybernetik; Netz als autopoietisches System

- 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 zentale, damit kontrollierbare Server = Manuel Castells, Das Netz und sein Werk, in: Zeit*literatur* (Sonderbeilage zu Die Zeit, Nr. 51, 56. Jg., Dezember 2001), 53-56 (55)

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 liegen" = Vortrag Martin Warnke an Kunsthochschule Berlin-Weißensee (KHB), 1. Juni 2004; entfaltet sich ein Algorithmus abhängig von den zu verarbeitenden Daten, mithin unvorhersehnbar 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

- Boolsche 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" = "Einleitung", in: Tervooren / Wenzel (Hg.) 1997: 1-9 (6); allein medienhistorisch erweckt gegenwärtige Multimedialität die Erinnerung an die mittelalterliche Multisensualität; Medienarchäologie hingegen setzt Akzent auf Diskontinuität: das, was trennt, die mathematische Maschine

- 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 expierence of illuminated, illustrated and glossed manuscripts containing different hierarchi<v>es 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 Erkärung 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 Komntar zu Hugos "Didascalicon", Frankfurt / M. 1991 [*Paris 1990], 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, Typrewriter, 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 Synronisationsform für Bildzeilen in Sender / Empfänger)

- Leitungen einerseits, andererseits Elekromobilität

"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 Schlatkreisen verdoppelt sich alle 18 Monate; erste Formjulierung 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 festestellt 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

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

Karsakov *versus* Babbage

- nahm Karsakov nach Krieg des Zarenreiches gegen Napoleon ein Zivilamt als Statistiker im Innenministerium auf; Roman von William Gibson und Bruce Sterling, *The Difference Engine* (1990); steht Statistik an, als Karsakov zu einem Bezirksinspektor von Krankheitsfällen während der Cholera-Epedemie um 1830 wird; laut Michel Foucault *Die Geburt der Klinik* Zusammenhang von modernem Krankenwesen und Statistik als ihrem Aufschreibesystem; verlangte massenhafte Behandlung nach einer Beschleunigung des Verfahrens (bis hin zu einer Automatisierung) ärztlicher Medikation, in Karsakovs "Ideenmaschinen" operativ geworden

- Welthaftigkeit der Simulation: wird Programm EpiSims medientechnisch anders implementiert als klassische Statistiken, eher desintegrierend; genau dies leistet Karsakovs Ideenmaschine, weil klassische Tabellen an der schieren Kombinatorik sonst scheitern

- arbeitet Georg Friedrich Wilhelm Hegel zeitgleich zu Charles Babbage und Karakov an einem philosophischen System zur Abwehr der Mechanisierbarkeit des Denkens; stirbt der Philosoph in dem Jahr just an Cholera, in dem Karsakov seinen Maschinenentwurf publiziert; syntaktische Funktion der Zeichen steht hier über der semantischen: sieht Hegel eine Provokation, möchte er doch das Denken auf den Begriff und nicht auf die Maschine bringen – wie er zwischen angeeigneter Erinnerung und technischem Gedächtnis unterscheidet. Während Babbage bereits an seiner nicht mehr nur arithmetischen, sondern speicherprogrammierbaren Analytical Engine experimentiert, formuliert Hegels *Logik* eine Kritik am Mechanismus des Rechnens

- was Karsakov "Ideen"maschinen nennt, klingt wie ein versöhnliches Angebot an Hegel; verstarb in Berlin im Jahr der Publikation von Karsakovs *Ideenmaschinen* 1832; sich wider Willen auf die Mathematiseirung und Mechanisierung, also Computerisierung der Medikamentation einlassend, hätte er vielleicht überlebt, List (*mechané*) der Medien- versus Philosophiegeschichte

- operiert Karsakovs logische Maschine nach den klassischen Gesetzen der Mechanik

- was Papiermaschine mit Elektronik verbindet: läßt Hermann Hollerith für die amerikanische Volkszählung Merkmale wie Geschlecht, Religion, Familientand einer bestimmten Lochposition auf einer Karte zuzuordnen (dann entsprechend gestanzt); damit automatische Auswertung möglich, elektromechanisch: Ein Apparat verfügt für jede Lochposition über einen Fühlstift. Bei Lochung an einer Stelle stellt der Stift einen elektrischen Kontakt her, der seinersiets ein Zählwerk betätigt - also ein *computer* (EDV). Volkszählng in USA 1890 wird mit 43 Geräten in vier Wochen bewältigt; bei Zählung 1880 noch 500 Leute 7 Jahre beschäftigt; 1910 18000 Karten pro Stunde ausgewertet

- Konstruktion einer Maschine, die verschiedene Begriffe aus dem ‚unübersichtlichen' Wissen kombinieren kann – eine Suchmaschine. „Das komplett materielle Gedächtnis meiner Maschine kann sich nicht täuschen, denn es ist das unfehlbare Resultat physikalischer Eigenschaften der Materie", schreibt Karakov an die Kommissionen der Akademien in St. Petersburg und Paris

- Faszination, Denkoperationen an Automatismen zu deligieren, also zu mechanisieren; Sebastian Klotz, *Ars combinatoria* oder "Musik ohne Kopfzerbrechen". Kalküle des Musikalischen von Kircher bis Kirnberger, in: Musiktheorie Bd. 14 (1999), Heft 3, 231- 245

- Faszination des Archäologischen: radikale Enthistorisierung als Selbstbefreiung von der überbordenden Subjektivität; ein flacher, kombinatorischer, operativer Diskurs. Zwei Dokumente aus dem Archiv, nebeneinandergelegt: läßt sich *un*historisch beschreiben, daß Text B die Spuren der Lektüre von Text A trägt, also seine Folge ist? rein permutativ? auch das noch eine Folge in der Zeit

Fehlt die Intentionalität: "Mechanisierte Intelligenz"

- Husserls Kriterium der Intentionalität kognitiven Handelns gegen Konzept des Maschinendenkens: "Because the formal symbol manipulations by themselves don't have any intentionality; they are quite meaningless; they aren't even symbol manipulations, since the symbols don't symbolize anything in the lingusitic jargon, they have only a syntax but no semantics" = John R. Searle, Mnds, brains, and programs, in: The Behavioral and Brain Sciences Bd. 3 (1980), 417-457 (437); liegt Intelligenz-Leistung nicht *in* der Black Box; gerade diese Dummheit aber

Stärke des Rechners: Lacans Begriff der "alphabêtise" = W. E., Bauformen des Zählens. Distante Blicke auf Buchstaben in der Computer-Zeit", in: Eckart Goebel / Wolfgang Klein (Hg.), Literaturforschung heute, Berlin (Akademie) 1999, 86-97 (95) kombinatorische alphabetische Buchstaben- als Signifikantenmanipulation oder -prozessierung: George Perec, Hörspeil(skript) *Die Maschine*; Konkretisierung von Turings "Imitation Game" im Captcha; macht gerade die Lacansche "Blödigkeit" der Signifikanten die symbolverarbeitende Turingmaschine so universalmächtig; "monopoly of the *alphabêtise* (Lacan) over our senses" = Bernhard Siegert, "Introduction", in: Cultural Techniques: Grids, Filters, Doors, and Other Articulations of the Real, transl. Geoffrey Winthrop-Young, New York (Fordham University Press) 2014 o. S.; die symbolische Ordnung "*m'alphabêtise*" (Lacan)

- "Dans la parole, on ne lit pas ce qu'elle dit" = J. Lacan, Le séminaire, Livre XI, Les quatre concepts fondamentaux de la psychanalyse, Paris (Seuil) 1973, postface, 252

- "Even if Saussure", in seinem *Course in General Linguistics*, "defines language as a system of differences [...], the concrete unit of this system which enables the process of differentiation remains as uncertain as the motion of the stars, so that one can even doubt its given nature" - im Unterschied zur Hypothese einer prästabilen Ordnung (Leibniz), und zur konkreten Mechanik des Astrolabiums als Analogrechner. "This strange characteristic of language prevents us from returning the letter to the alphabetic character – let us remember Lacan's neologism s'alphabêtiser, which stands for the learning of reading and writing, and binds the alphabet to the bêtise, the foolishness that participates in the fantasy of the child's dematernalisation" = Ana Dussert (June 5th, 2019), The Zombie of the Letter, in: Lacan Review Online, http://www.thelacanianreviews.com/the-zombie-of-the-letter/, Abruf 2. Mai 2020, unter Bezug auf "Foreword to Seminar XI"

- eignet Rekursivität nicht länger nur der menschlichen, "sozialisierten" Sprache: technische Implementierung des Konzept *massiv* rekursiver Verarbeitung von "big data" in künstlichen neuronalen Netzen (Hinton et al.)

- wird auch die bislang exklusive Identifizierung von Polysemie in der menschlichen Sprache durch *"deep" machine learning* eingeholt

- "Such intentionality as computers appear to have is soleley in the minds of those who program them and those who use them, those who send in the input and those who interpret the output" = Searle 1980: 437; demgegenüber Techno*lógos*-Hypothese eines *inner*technologischen "denk"notwendigen Eigenwissens (engl. *corollary*)

- hat die Maschine kein (Selbst-)Bewußtsein (Gotthard Günther), ist sich aber ihres jeweiligen Zustands "bewußt" / *aware* (Turing 1937)

Symbolische KI

- "KI" kein ontologisches Wesen, sondern eine Technologie

- widmet sich symbolische KI der technischen Nachbildung *formalisierbarer* Aspekte der menschlichen Intelligenz; Bildverarbeitung "KI", oder schlicht *pattern recognition*? metamathematische Denktradition: Berechenbarkeit (Gödel, Turing, Church); demgegenüber intuitiver Ansatz künstlicher neuronaler Netze als ("deep") Machine Learning; nichtsdestotrotz Formalisierung, auf mikro-operativer Ebene: Inkrementierung von neuronalen Wichtungen durch Ganze Zahlen

- "symbolverarbeitender" Ansatz im Reinform: "A PROPOSAL FOR THE DARTMOUTH SUMMER RESEARCH PROJECT ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE" von J. McCarthy (Dartmouth College), M. L. Minsky (Harvard University), N. Rochester (I.B.M. Corporation), C. E. Shannon (Bell Telephone Laboratories), August 31, 1955 = https://web.archive.org/web/20080930164306/http://www-formal.stanford.edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth.html; anthropozentristische Orientierung an einem wie selbstverständlich unterstellten menschlichen Intelligenzbegriff, den die Maschine approximativ "simulieren" soll; hat sich demgegenüber der Ansatz des "embodied mind" herauskristallisiert, der Intelligenz als immer schon in Materie verkörperte, oder mit der Umwelt verschränkte, begreift (ob nun Biomasse oder elektronisch), womit alle möglichen Friktionen mit ins Spiel kommen (zeitkritischer Natur u. a.), in dem Moment, wo das Symbolische im Realen implementiert ist; kann hier ein genuin techno-logischer Ansatz von KI ansetzen, der Logik eben nicht auf die reine Symboloperation des Geistes reduziert, sondern die technische Eigenwelt, -logik und -zeit mit einbezieht (die Stärke des Analogcomputing)"

- nichtkommerzielle Forschergruppe OpenAI, entwickelt Generative Pretrained Transformer GPT-2; Generative Adversial Network (GAN) StyleGAN / Methode des Latent Space

- Turings "Imitation Game" vom Menschen her gedacht; Anthropozentrik des "Deep Learning"-Ansatzes; ist unter der Hand die eigentliche Botschaft indes unmenschlich: "Intelligenz" als Funktion statistischer, iterativer und querverdrahteter Signalübertragung; wirklich *künstlich* begreifen, als Inkommensurabiität des algorithmischen Wissens gegenüber dem Umwelt- und Kulturwesen Mensch; Differenz dieses anderen Wissens zum Zuge kommen lassen; Plädoyer George Trogemann, für ein widerständiges Mensch-Computer-Interface; Active Archive: experimentelle Erschließung von "big data" durch algorithmische Intelligenz und deren un-menschliches Gehör; produktives *mis-understanding*

- *Workshop* "Adversarial Hacking in the Age of AI“ im Rahmen des *Transmediale Festivals Berlin*, zu Gast im Medientheater der Medienwissenschaft an der Humboldt Universität, vom 29. bis 30. Januar 2020. "Unter dem Titel soll gemeinsam mit der Forschungsgruppe "Künstliche Intelligenz und Medienphilosophie" (HfG Karlsruhe) die

'denkende Maschine' geöffnet werden – ganz im Sinne der hiesigen Medienwissenschaft" = elektronische Rundmail David Friedrich vom 10. Januar 2020

- Photo des Mark I Rechners mit als Kabelsalat implementiertem Perceptron; Rosenblatt ausdrücklich an der technischen Realisierung wenig interessiert; stand auf Seiten der Mathematiker, was an die Spaltung der frühen Kybernetik in Systemtheoretiker und Ingenieure erinnert

- schickt sich "deep" machine learning an, die bisherige Begrenzung von *computing* als Spiel zwischen dem elektrophysikalisch Realen und der symbolischen Ordnung von Schaltplan und Programmierung zu überschreiten und den Menschen auch noch auf der Ebene des Imaginären zu emulieren, in technologischer Vervollkommnung von Lacans RSI-Modell des psychischen Apparats

"Counteralgorhythmicity" (Miyazaki)

- Manuskript Shintaro Miyazaki "Critical Re-Modelling of Algorithm-Driven Intelligence as Commonist Media Paractice" (2020); Begriff des "commonist" jenseits des gleichnamigen JAVA-Programms "zum einfachen Hochladen einer größeren Anzahl von Dateien auf Wikimedia Commons und anderen MediaWiki-Installationen" = https://commons.wikimedia.org/wiki/Commons:Commonist/de, Abruf 22. Mai 2020, Symbol: Hammer & Sichel

- geht die Taktik der "counteralgorhythmicity" (Miyazaki) nicht aus Distanz gegenüber den Algorithmen vor (Adornos Methode der Kritischen Theorie), sondern geradezu aus dem Inneren der Technologie selbst im Sinne einer operativen Medienwissenschaft; Stefan Höltgens Konzept des "toy computing"; analog zu Jean Baudrillards Begriff der "fatalen Strategie", die eine Sachlage dadurch konfrontiert, daß sie diese noch überbietet; Preis dafür ist der Sieg des algorithmischen Denkens an sich (seine Medienbotschaft im Sinne McLuhans), gegenüber anderen aktuellen Positionen, die sich gerade für das algorithmisch Nicht-Berechenbare interessieren (wie Turing 1937, und sein späteres Konzept der "Oracle Machine")

- scheitert *machine learning* zur automatischen Identifizierung kultureller Artefakte in der archäologischen "airborne" Prospektion nach Digitalisierung von laserscanbasierter Light Detection and Ranging (LiDAR), deren Software auf kontrastive Objekterkennung setzt (Difference Map), einerseits an der algorithmischen Ununterscheidbarkeit von natürlicher und menschgemachter geologischen Anomalie; kulturelle (Neg-)Entropie: "the more anthropogenic influence is present, the more difficult it is to discriminate between *true* and *false* patterns" = Fabian Meyer / Ingo Pfeffer / Carsten Jürgens, Automated Detection of Field Monuments in Digital Terrain Models of Westphalia Using OBIA [Object-Based Image Analysis], in: Geosciences 2019, 9, 109; Anwendung von *machine learning* problematisch aufgrund "the large amount of high-

quality training data, which may be problematic in regards to archaeological records" = ebd.; archäologischen Datenverknappung als Herausforderung an Signal-Rauschen-Abstand in KI