

[Wolfgang Ernst: NOTIZEN ZUR MEDIENARCHÄOLOGIE]

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

[staccatohaft formulierte Thesen, Exzerpte, Module; nicht redigiert, nach Themenblöcken geordnet]

Themenblöcke:

- *Analogische Maschinen*
- *Operative Numerik und Logische Maschinen*
- *Vernetztes Computing*

Detailliertes Inhaltsverzeichnis (kapitelweise):

Analogische Maschinen:

ANALOGRECHNER

- Der astronomische Analogcomputer: das Astrolabium
- Eine implizit mathematische Medienphysik
- Unwillkürliche Analogrechner / Implizite Differentialmathematik
- Der epistemologische Einsatz des Analogrechners
- Nicht-numerische Mathematik
- Analogcomputer als Alternativen zum Digitalcomputer
- Der *Differential Analyzer* (Vannevar Bush)
- Computer als Analogrechner
- Datenflußrechner
- Analogcomputer und *anti-aircraft prediction*
- Homomorphismen, Isomorphismen: 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 gegenstrebigem Fügung
- Diverse Notizen "Analogcomputer"
- Analogelektronische Modellierung neuronaler Prozesse / Simulation
- Flugsimulation als Analogcomputing
- Analogcomputing: Emulation oder Simulation?
- Rhythmogramme und Analogrechnermusik
- Mechanismus von Antikythera
- Medienarchäologische CT-Einblicke in die "Enigma"
- 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)
- "anabrid" (Ulmann)
- The Analog Thing

Operative Numerik und Logische Maschinen:

DIE ZAHL

- Die Zahl: platonische Abstraktion oder operative Funktion der Zählung?
- Standardisierungsmedien (Die Münze als Medium)
- 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
- Medienmathematik spezial: Formeln medieninduzierter Zeit
- Das Medium der Integration: Planimeter
- Symbolisch operative Mathematik: Das Lesen mathematischer Formeln
- Die Vorgängigkeit des Techno-Mathematischen

LOCHKARTEN- UND RECHENMASCHINEN

Karsakovs *machine à comparer les idées* (1832)

Analytical Engine

Ideenmaschine

Ideenmaschinen (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

Formelsprache des Denkens

Schaltalgebra

Exkurs: Rechenmaschinen

Logische Maschinen (Karsakov; Logikus)

Vergleichenbare 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

George Boole

William Stanley Jevons' "Logical piano"

Lochkartensteuerung (Musikautomaten, Player Piano)

Lochkartenprogrammierung (Computer)

BERECHENBARKEIT, COMPUTER UND *COMPUTING*

- Rechnen und Denken als symbolischer Mechanismus
- Medium und Computer mit Shannon denken
- Wird Medien- zur Computerwissenschaft?
- Er/zählen und Techno-Mathematik
- Das Neue am Computer
- Die Rechenmaschine Pascals
- Babbages Maschinen (Analytical Engine / Difference Engine)
- Der Unterschied, den die Analytical Engine zur Difference Engine macht
- Die Chrono-Logik der von-Neumann-Architektur des - Digitalcomputers
- 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)
- Ursprung des "blinking cursor" als dynamisches Interface-Element gegenüber dem User
- Informatik als "die Ingenieurwissenschaft des Geistes" (Ganzhorn)
- Hardwarenah ausbilden? Informatik vs. Medienpädagogik
- Retrocomputing als medienhistorische Hilfswissenschaft
- Der Anachronismus von Computerarchitekturen
- Komputistik / Informatik als Naturwissenschaft

AHISTORIZITÄT DER MATHEMATIK

- 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*)
- Zur Differenz zwischen "Difference Engine" und "Analytical Engine"

- Zahlen und Maschinen
- Mathematik und Ökonomie

KOMPUTATION

- 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*
- Computermedienarchäologie
- Papier(rechen)maschinen
- Mathematische Maschinen
- Grundlagenkrise der Mathematik
- Algorithmische Papiermaschinen
- "Algorithmen & Zeichen" vs. Signale
- Rechenmedien, technologisch begriffen
- Logische Maschinen: Kalkül und 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
- Über "queer computing" (Jacob Gaboury)
- Turing zur Morphogenese
- Kosmos "Logikus"
- Die Turing-Maschine
- Operationen im Symbolischen
- Denk-Maschinen
- 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
- Begriffsschriften
- Mechanisierung der Mathematik: der Kalkül
- Die aktuelle (Retro-)Perspektive / Mechanisierung der Mathematik
- Das Wesen des Computers
- Geplante Obsoleszenz von Mikrochips
- Die "kinematische" Maschine des Zustands
- Mit Silizium rechnen (Quantencomputing)
- Addieren für Menschen / für Maschinen
- Das Nichtkönnen des Computers

TECHNISCHE COMPUTER

- "Colossus" (Bletchley Park)
- Nova 2, EDSAC
- Rechnen mit Zeitereignissen
- Implizit sonisches Computing (Parametron)
- Ternäre Logik (SETUN)
- DDR-Computer in den Technischen Sammlungen, Dresden
- Datenarchäologie
- Experimentieren mit Commodore C64
- Medienarchäologie des Computers, buchstäblich

ÄSTHETIK DER PROGRAMMIERUNG

- Listing und die "blinde" Aneignung von Programmierung im Sinne der "schwachen KI"
- Computerphilologie
- Programmieren
- Ein Un-Ding: Software
- Sind Medien photographierbar? Software zum Beispiel
- Ein Fundus von Software?
- "Implementation", "instanciation"
- Kernelemente von Programmiersprachen
- Rechnen als Schrift
- Computer(spiel)sprachen (Game Circuits Nr. 14)
- Listing
- Algorithmisierung als Programm
- 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)
- Lektüren von Computerviren
- Live-Coding
- Programmieren als Kulturtechnik?
- "Quellcode lesen?"

ZEIT-DISKRETES COMPUTING

- Zählen und Zeit
- Computerzeit
- "The Computer as Universal Time Machine" (Goebel)
- Das digitale Jahr-2000-Problem
- Zeitkritisch programmieren in Assembler
- Der Computer, ein zeitkritisches Medium
- Jenseits des Zeitkritischen? Quantenphysik und -computer
- Der (von Neumann-) Computer als zeitkritisches Medium
- Zeitverzug: Computer(zwischen)speicher
- Radikale Ver(un)zeitlichung: das "Interrupt"
- Computer-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

Das Wissen von Minecraft

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

(COMPUTER-)TECHNIK LAUFFÄHIG KONSERVIEREN

Vernetztes Computing:

TELEGRAPHIE

Abrupte Anfänge der Telegraphie

Morse-Alphabete; Telegraphie

Kein Daten"strom": Tiefseekabelnetze

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

- E-Mail

- 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- als kybernetische 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
- Pandemiebeschleunigte Kommunikation

=====

Analogische Maschinen:

ANALOGRECHNER

Der astronomische Analogcomputer: das Astrolabium

- 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

- dreht sich Platon zufolge auf einer Wiese im Jenseits die Spindel der Himmelsphären im Schoße der Ananke = Platon, *Politeia*, § 614b,

616b-617d; wird diese Metapher im mechanischen Astrolabium technisch konkret, resultierend aus der älteren Armillarsphäre (eine Ringkugel zur Darstellung der astronomischen Koordinatensysteme Ekliptik, Äquator, Horizont usw. durch konzentrische und teilweise bewegliche Ringe)

Eine implizit mathematische Medienphysik

- bildet Analogrechnen keine unmittelbare Analogie zur Physik der Welt, sondern basiert auf Äquivalenz der mathematischen Beschreibung seines Verhaltens zur analogen mathematischen Analyse eines Weltvorgang. In dieser mathematischen Analyse die alternative Option, nämlich die unmittelbar mathematische Errechnung eines Weltäquivalents im Digitalcomputer, bereits angelegt. Software-Paket *Eisenbahn.exe european class* (Software Untergrund, Klettgau 1999), also eine virtuelle Modelleisenbahn, im Kapitel zum Rollmaterial: "Die Lokomotiven und Waggons unterliegen übrigens berechneten physikalischen 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 spezielle physikalische Theorie aufzustellen, müssen wir uns mit der Existenz physikalischer Analogien vertraut machen. Unter einer physikalischen Analogie verstehe ich jene theilweise Aehnlichkeit zwischen den Gesetzen eines Erscheinungsgebietes mit denen eines andern, welche bewirkt, dass jedes das andere illustriert. Auf diese Art sind alle Anwendungen der Mathematik in der Wissenschaft auf Beziehungen zwischen den Gesetzen der physikalischen Grössen zu denen der ganzen Zahlen gegründet, so dass das Streben der exacten Wissenschaft darauf gerichtet ist, die Probleme der Natur auf die Bestimmung 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

- liegt die prinzipielle Unmöglichkeit der vollständigen Digitalisierung und Berechnung von "Natur" (als Grenzen des binären Codes) in deren Wesen als das Reich der reellen Zahlen, welche die Turing-Berechenbarkeit (*computation*) unterlaufen = Argument Kittler 1993: 237; haben tatsächliche Maschinen (als nicht nur symbolische) indessen Anteil an der Natur, insofern sie physikalische Machenschaften darstellen; kann Hard- als Software nur in Grenzen

"verinnerlicht" (emuliert) werden; Alternative ein Maschinentyp als physisches Gerät, welches in Wechselwirkung mit anderen physischen Geräten als nicht-programmierbares System (Conrad) operiert = 241; treffen in Form von Hard- und Software Materie und Geist am Konkretesten aufeinander; wird diese analytische Trennung (symbolische Ordnung vs. Reales *de iure*) indessen *de facto* aufgehoben; "steckt in der augenscheinlichen Berechenbarkeit doch eine unsichtbare Unberechenbarkeit" = Schlußsatz Essay Marie Christin Erkens, Seminar: Technológos. Einsichten und Grenzen einer radikalen Medienarchäologie (WS 2022/23, HUB)

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

- derzeit auf Digitalrechnern Analogrechnerschaltungen selbst simuliert und parallel arbeitende Digitalcomputer 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; lässt sich durch Messung der umgewandelten Eingangsspannungssignale 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 Wahrscheinlichkeitswellen (Schrödinger), im *computing* konkret als

digitale Signalverarbeitung als diskrete (teilchenhafte) Meisterung von (metaphysisch gesehen) „kontinuierlichen“ Prozessen (der *physis*)

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

- „Die Rechengrößen sind beim elektronischen Analogrechner Amplituden von Spannungen. Die Verarbeitung erfolgt in Rechenelementen in paralleler Arbeitsweise“ = 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.

- induzieren die Ausdrücke "there is not something" vs. "there is something" für binäre Schaltungen bereits die Metaphysik von Absenz und Präsenz. Aus radikal medienarchäologischer Sicht handelt es sich um zwei gleichwertige, aber differenzierbare Zustände: nicht "kein Strom" vs. "Strom", sondern wenig (*bias*) vs. höhere Spannung; von daher die Relevanz der Kondensatoren

- liegen Stärken beider Systeme 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 es für 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 Wellengleichungen etwa steckt schon jeder Saite, wenn sie erklingt, und jedem Ton vom Magnetongerät

- 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 Spulen und Kondensatoren, mußten dies aber aus der bekannten Erfahrung aufgeben, daß elektrische Systeme infolge der Ohmschen Widerstände viel gedämpfter sind als mechanische" = Cremer 1971: 234; 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 Kohlegrießkammer eintauchen, benutzt wird" = Steinbuch 1968: 75; Branlys „Kohärer“ (Fritter)

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

Der epistemologische Einsatz des Analogrechners

-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. Hamming's Buch *Numerical Methods for Scientists and Engineers*: "Der Zweck

einer Rechnung ist Einsicht, nicht Zahlen" <ebd.> - die *ultima ratio* des Analogrechners.

- "Die Arbeit mit der gesamten Rechenschaltung bei Parametervariationen und Strukturänderungen sowie die sofort auswertbare analoge Ausgabe der Lösung in Kurvenform trainieren das Einfühlungsvermögen in die Dynamik des Systems" = 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 calculation are not broken down into numerical values [...]. Instead they are represented by the rotation of a shaft or transformed into voltage" O Small 1993: 8; handelt es sich nicht um Eingangsdaten, sondern um Signalen.

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

- Differential- und Integralrechnung der Königsberg 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

- 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 *Analogcomputing* aus der Notwendigkeit zur Kalkulation von Echtzeitereignissen; Fallbeispiel Kommandogerät 40, die Recheneinheit der 12,5 cm Flak in WKII; fo(er)rdert die Kriegsbedingung (und ähnliche entscheidungskritische Lagen) als *serious game* ein bestimmtes technologisches Wissen heraus (als *Gestell*); entbirgt Seins- und Vollzugsweisen des *Technológos* 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 mechanism by the magnitude of a physical quantity such as length, voltage, speed etc. It has been

suggested from time to time that digital calculation, such as that performed by adding and calculating machines might be used in the A. A. director, with advantage" = ebd.; Hagemeyer 1979: 359; Dokument im Besitz Hagemeyer; Mindell 2002

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

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

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

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

- kritisiert Lenin in seiner Schrift *Materialismus und Empirio-kritizismus*: "Wenn die Empfindungen nicht Abbilder der Dinge, sondern nur Zeichen oder Symbole sind, die keine Art der 'Ähnlichkeit' (Helmholtz) mit ihnen haben, dann wird der materialistische Ausgangspunkt [...] untergraben" = zitiert hier nach:

Hans Bozenhard, Georg Klaus. Gedanken zu seiner Semiotik, in: Klaus Fuchs-Kittowski / Siegfried Piotrowski (Hg.), Kybernetik und Interdisziplinarität in den Wissenschaften. Georg Klaus zum 90. Geburtstag, Berlin (trafo Verlag) 2004, 295-310 (299)

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

Definitionen des Analogrechnens

- analog computing device with two distinguishing characteristics: "It performs operations in a truly parallel manner: many calculations all at the same time. It operates using continuous variables; it uses numbers that that change not in steps, but change in a smooth continuous manner.

By contrast, a digital computer can only perform sequential (one at a time) operations, and operates on discrete (noncontinuous) numbers" = Doug Coward's Analog Computer Museum and History Center, <http://dcoward.best.vwh.net/analog> (November 2008)

- Arbeitsweise elektronischer Rechenanlagen:" Man kann im allgemeinen für jedes Problem einen physikalischen, insbesondere elektrischen bzw. elektronischen Vorgang finden, der durch dieselben Gleichungen beherrscht wird wie die im Problem geforderten" = Helmut Winkler, Elektronische Analogieanlagen, Berlin (Akademie-Verlag) 1961, 2

- Analogrechner *keine* symbolverarbeitenden Maschinen (jedenfalls nicht im medienimmanenten Sinne), sondern Signal- und Spannungswandler

- Akzent auf *Änderung* (subjektiv in der Potentiometereinstellung, objektiv im dargestellten Objektverhalten) kennzeichnet den Analogrechner als genuin dynamisches Medium (im Unterschied zur Turing-Maschine als Zustandsmaschine): „(Dynamisch, weil es auf Änderungen reagiert.)" = 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> erfordert, daß für jede im Problem vorkommende Rechenoperation ein eigenes Rechenelement vorhanden sein muß. Eingangsgrößen und Veränderliche werden in physikalische Größen umgeformt, mit denen in der Maschine ‚stetig‘ gerechnet wird“ = Kathe 1970: 425 - ein Oxymoron?

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

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

- kann mit einem Analogrechner eine Regelstrecke kybernetisch simuliert werden, sondern auch deren Zeitverhalten, indem für die 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 Rückkopplungsweig 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 Maschinenveränderliche umgeformt.

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

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

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

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

- gilt im Unterschied zur impliziten Mathematik des Analog"rechners" für den ENIAC: „Numbers are never represented by the magnitudes of electrical signals, but only by their presence or absence on wires, and these signals are of sufficient magnitude (at least 3 volts [...]) that they are never destroyed by cross talk" = 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 Elektrizitäts-Gesellschaft AEG-Telefunken, Fachbereich Anlagen Informationstechnik, Konstanz o. J., 12 f.

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

- "[...] zwar das technische Problem mathematisch formuliert wird, dieses mathematische Problem dann aber nicht mit mathematischen Methoden gelöst wird, sondern gewissermaßen als Brücke" - also als Medium! - "dient, über die hinweg man zu einem Modell kommt, mit dem dann experimentiert werden kann" = 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 *a/s* Differential“rechnung“, ganz so, wie Leibniz in den sich brechenden Wellen am Strand die Natur sich kalkulieren hört: "Daß [...] in weiten Kreisen ein erhöhtes Interesse für alle Schwingungsfragen besteht, braucht in der Zeit des Rundfunks und Tonfilms <und neuerdings auch Fernsehen> wohl kaum hervorgehoben zu werden. Außerdem scheint [...] gerade die Schwingungslehre für den Anfänger, der mit der Differentialrechnung noch nicht vertraut ist, besonders geeignet zu sein, den physikalischen Sinn dieser mathematischen Formelsprache verstehen zu lernen" = H. Barkhausen, Einführung in die Schwingungslehre nebst Anwendungen auf mechanische und elektrische 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 beliebiger physikalischer Größen, die in äquivalente Gleichspannungen umgeformt werden können, etwa: Kennlinien elektrischer Bauelemente (Elektronenröhren)

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

Analoge Oszillographien

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

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

Analogrechner an TU / DTMB

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

Unschärfen: Dem Realen auf der Spur

- "Während Zahlenrechnen, Chiffrieren und logisches Kalkulieren typische digitaler, "diskreter" Natur sind, gibt es auch eine "kontinuierliche" Realisierung des Rechnens. Vorherrschend ist dabei die "analoge" Darstellung der rationalen oder der reellen Zahlen durch Verschiebungen und Drehungen, konkret ausgebildet durch Stangen und Schieber einerseits, durch Räder und Scheiben andererseits" = 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 Analogrechnen, 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)

- setzt zentraler Luftdatenrechner im Starfighter T 106 einkommende analoge Signale auf elektromechanischem Weg in Steuersignal für den Autopilot und das Zielgerät um; aus Eingabewerten (Temperatur, Winkel) werden Höhe, Geschwindigkeit errechnet: Überwindung der physischen durch Wandlung der Daten in (umrechenbare) Information. Extreme Eskalation: der Stealth-Bomber, der (im Sinne der Gravitation und der Aerodynamik) negentropisch fliegt, unwahrscheinlich im Sinne des nachrichtentechnischen Informationsbegriffs (Shannon / Luhmann); wurzelt Digitalcomputer - gegenüber energetischer und materieller "Erdung" vorheriger hochtechnischer (elektromagnetischer) Medien - an sich in einem negentropischen logisch-mathematischen Feld

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

- 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 linkages not 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 *Analogrechnens*. "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*, Musikwissenschaftliche 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 analogen Skala an die Grenzen der Genauigkeit kommt. Daher wurden später auch "hybride" Kombinationen aus Analog- und Digitalcomputer entwickelt, welche die Schnelligkeit des Analogrechnens mit der Genauigkeit des Digitalrechnens verbinden

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

Mechanische Integratoren

- Integrierer "analog calculators that perform the mathematical integration function. The two-three part mileage readers are [...] primitive forms of this phenomena" = ?

- technisch zur näherungsweise Integration bzw. Flächenbestimmung Planimeter, "bei welchen die Summierung der

Flächenelemente kontinuierlich erfolgt. Der Zahlenwert der so bestimmten Fläche kann an einem Zählwerk abgelesen werden" = <http://de.wikipedia.org/wiki/Integralrechnung>; Zugriff 4. Juni 2009; Rechenschieber setzt Zahlen ins Verhältnis; Analogcomputer: analoges Meßgerät und analytisches Rechnen fallen zusammen

- Lord Kelvins (= William Thomson) Gezeitenrechner (Analogrechner, mechanisch) = „Tide Predictor“ (1873); nicht Zeit- aber Gezeitenvorhersage

- Ende der 1960er Jahre vermehrt genannte Hybridrechner entwickelt und eingesetzt, die über digitale und analoge Rechenwerke verfügten, um Vorteile beider Rechnerwelten zu vereinigen

- 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 Technikgeschichtsschreibung nicht fassen kann - jedenfalls nicht als Fortschrittsgeschichte

- Wenn "Teilchen" tatsächlich Wellen, Quantencomputer keine Digital-, sondern Analogrechner. "Es gibt [...] ein Indiz für die Analogizität von Quantencomputern: es ist mit ihnen genau wie bei den [...] Analogrechnern des Neunzehnten Jahrhunderts: sie konnten nur ihre Spezialaufgaben, dafür aber in Echtzeit, erledigen, etwa im zeichnerischen Fluge Integrale errechnen oder Kurven rektifizieren oder Winkelfunktionen berechnen, wie z. B. der Proportionalzirkel" = Martin Warnke, in: xxx 301; URL: http://www.uni-lueneburg.de/uni/fileadmin/user_upload/rmz/kultur_informatik/warnke/Qantum_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 zugängliche Phänomene wie etwa Klima behandelbar gemacht haben, rückt sie in eine Position jenseits der tradierten Kategorien von Theorie und Experiment." = Claus Pias, Klimasimulation, in: 2°. Das Wetter, der Mensch und sein Klima, hg. für das Deutsche Hygienemuseum von Petra Lutz und Thomas Macho. Begleitbuch zur Ausstellung in Dresden (Juli 2008-April 2009), xxx (Wallstein) 2009, 108-115 (112)
- Computerästhetik, die nicht allein Nostalgie des Analogcomputers ist (der in der Tat an Punktgenauigkeit, partiellen Differentialgleichungen und *big data* scheiterte), sondern im Quantencomputing wieder einkehren wird - Welt mit Welt berechnen, *computational universe*. Parallel zum ENIAC: hat auch Whirlwind analogrechnerisch begonnen, weil eben Flugsimulator; dann unter der Hand zum digitalen SAGE-Radar-Frühwarnsystem geworden
- idealtypische Anwendung für Analogcomputer ein System von Differentialgleichungen namens Lorenz-Attraktor, Achtung: keine Modellierung von Hendrik Lorenz' quantenmechanischer Formel, sondern von Meteorologen Edward N. Lorenz entwickelt zur Modellierung atmosphärischer Instabilitäten / eines hydrodynamischen Systems zum Zweck der Wetterprognostik = ders., Deterministic nonperiodic flow, in: J. Atmos. Sci. vol. 20 no. 2 (1963), 130-141
- "bypassing mathematics by analog computing" - Argument für den Analogrechner, der eine physikalisch implizite, non-numerische Mathematik betreibt (Computersimulation)
- "seltsamer Attraktor" eines Systems von drei gekoppelten, nichtlinearen gewöhnlichen Differentialgleichungen; damit Modellierung von "Zuständen" (im Nicht-Sinn der diskreten *states* der *turing machine*) in der Erdatmosphäre zum Zweck der Langzeitvorhersage / prädiktive Zeitreihenanalyse; liefert allenfalls für begrenzte Parameterbereiche von a, b, c realistische Resultate; nicht partielle Differentialgleichungen
- numerische Lösung des Systems zeigt bei bestimmten Parameterwerten deterministisch chaotisches Verhalten; Trajektorien folgen einem seltsamen Attraktor; modellbildend für mathematische Chaostheorie; "Gleichungen stellen wohl eines der einfachsten Systeme mit chaotischem Verhalten dar" / "sollte das Lorenzsystem

anschaulich machen, dass im atmosphärischen Strömungsbild kleine Ursachen große Wirkung zeigen können" =
<http://de.wikipedia.org/wiki/Lorenz-Attraktor>; Zugriff 26. Oktober 2009

- gleich Differenz von Computer als symbolischer (Turing-)Maschine und tatsächlicher Implementierung als Software in Hardware, also *computing*: "true symmetry is impossible to achieve in any physical system" / "the idealized symmetry of Lorenz's original mathematical model cannot be perfectly achieved in any physical realization" Ned J. Corron, A Simple Circuit Implementation of a Chaotic Lorenz System, in: Creative Consulting for Research and Education, Stand 1. Februar 2010, "conclusion"

Digital Signal Processing

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

Dreiwertige Logik

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

Algorithmen? Programmierung des Analogcomputers

- für Programmierung des Analogcomputer zunächst sog. Filteralgorithmus in Form einer Differentialgleichung schreiben; Analogcomputer besteht im Kern aus aktiven Filtern, den Operationsverstärkern; diese folgen einem Algorithmus. Damit läßt sich eine Struktur in Form einer Differentialgleichung bauen, die

Differentialgleichungen genügt. Wenn das Wesen der mathematischen Analysis in solchen Gleichungen liegt, und das der hochtechnischen Medien, solche Prozesse realisieren zu können, resultiert daraus zunächst einmal der Analogcomputer

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

- Differenz zwischen Analog- und Digitaloszilloskop: ersteres "lügt nicht" (Herr Schöne, Werkstätten DTMB Berlin); steht in einem transitiven Verhältnis zum elektrischen Ereignis in der Zeit, während das digitale Oszilloskop zwar aufgrund des Sampling-Theorems wirklichkeitsgetreu Zeitverläufe abbildet, diese aber sämtlich mathematisch-parametrisch eingestellt werden müssen. Demgegenüber liefert die analoge Einstellung zwar Verzerrungen, aber keine Lügen. Sie verweisen immer auf ein tatsächliches elektrophysikalisches Ereignis.

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

(Elektro-)Mechanische Analogrechner

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

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

- 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 *multiplicateur* (eine Vorform des Galvanometers). Ein Galvanometer multipliziert in der Tat Spannungen, rechnet also implizit (kein elektronischer, aber elektrischer Analogrechner).

- archaische Formen des Analogrechners - keine Mathematik, sondern Simulation (mit) der Physik? "Electric circuits can [...] easily perform [...] simulations. For example, voltage can simulate water pressure and amperes can simulate water flow in terms of cubic metres per second" =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 gleichsprüchlich 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 unaufhörlichen 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 für altgriechisches Wissenwollen einen Denkhorizont (und damit auch eine Denkbarriere gleich dem ptolemäischen Weltbild) bildete

Auch Fernsehbilder: halb-digital

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

Allianz von analog und digital: Der Hybrid-Rechner

- Hybridrechner verbanden eine Zeitlang die Vorteile beider Rechnerformen

- Mit Digitalrechnern kommt ein Zeitweise der Verzögerung ins Spiel, die im Unterschied zur analogtechnisch bedingten stetigen Laufzeit radikal anderer, nämlich mathematisch-diskreter Natur ist. "A disadvantage of a digital method of solution lies in the relatively longer amount of computing time required for each solution", heißt es in der Analyse einer rechnerbasierten Methode raketengestützter

Luftabwehr - also in einem Kontext, wo geringe 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 8 bits, which represented the next required position for an actuator, thus each joint had 32 (2⁵) discrete positions. This was a very low position resolution but was overcome by the use of a circuit called the 'predictor.' [...] (The computer was not fast enough to generate smooth motion in real time, hence the use of analogue circuits.)" = 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

- Me?medien implizit schon Analogrechner; definiert Flusser 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"; mag dies hinsichtlich der Perspektive (als mathematisch-geometrischer Konstruktion) richtig sein

- 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 benennt Verbindung von Mechanik (Dynamik) und Mathematik, aufgehoben im elektronischen Analogcomputer

- privilegiertes Verhältnis des Analogrechners zu dynamischen Prozessen (Schwingkreise etwa)

- Leistungsfähigkeit von Analogcomputern steht und fällt mit der Zeitachse; sie sind „lediglich in der Lage, Veränderungen zu beschreiben, die in der Zeit ablaufen“ <Rieger 2003: 51> - dies aber

immerhin fast unverzüglich. Für die Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen eignet sich der Analogcomputer mit der Zeit als einziger Variable; kommen hingegen weitere Variablen hinzu, ist der Übergang zu partiellen Differentialgleichungen vonnöten – an den Grenzen der Leistungsfähigkeit eines Analogcomputers

Lern-Analogcomputer

- Denken in analogen Modellen ist eine alternative Weise von Mathematik und Erkenntnis, grundsätzlich

- Leybold-Heraeus 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 Differentialgleichung, der Einfluss von Parametern und die Zusammenhänge der verschiedenen Größen untereinander zutage treten."

- Analogrechner vermittelt - über die formelmäßige Rechnung hinaus
- ein Gespür für die Mathematik: "Die Vermittlung eines solchen Gefühles für das Verhalten eines mathematischen Systems durch die hohe Interaktivität elektronischer Analogrechner ist die Grundlage dafür, dass vereinzelt noch heute derartige Rechner zu Ausbildungszwecken eingesetzt werden" = Diss. Ulmann 2008: 363

- führt Elektronen-Drift führt beim Differenzieren im Analogrechner zwar zu extrem driftender Ableitung; Analogcomputer aber ist nicht nur der Modellierer und Simulator realer Physik, er unterliegt ihr auch, ist mithin ihr Subjekt. Thermo-Rauschen etwa beeinträchtigt die Zufallszahlengenerierung auch in Digitalcomputern.

- betrifft der "Zufall" gerade deshalb die kartesianische Geist / Materie-Dichotomie, weil er sich im "MateRealen" der logischen Ordnung (mithin dem "Geist") entzieht

- sind von Z-Dioden generierte numerische ganzzahlige Ketten zwar Zufallszahlen, die dann in vernetzten Computern zirkulieren können, um ggf. etwa musikalische Reihen zu erzeugen (Pentatonic Variations von Benjamin Heidersberger), doch immer schon eingefügt in eine symbolische Ordnung; mit Nikita Braguinski gefrage: "Ist das noch

Zufall?" = Ausstellung Aula Pergamonpalais, Humboldt-Universität zu Berlin; nicht mehr im Realen der Zufallsgeneratoren selbst verwurzelt

- 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 medienimmanenten Sinne, allein auf der Ebene der symbolischen Notation des Steckfelds)

- Analogrechner Gegenstück zur Experimentalphysik (Faraday), im Unterschied zum Digitalrechner (Maxwell): "Die gro?e Bedeutung der Analogrechner liegt in der 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 verhält sich auch eine Flipflop-Schaltung in ihren Zust?den, also eine digitale Baugruppe, wenn etwa die Ent/ladung von Kondensatoren eine Wechselschaltung steuert: Uelcher 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 lösenden Aufgabe. Man kann sagen, daß er ein „Kerl“ ist, der die Auswirkung von Parameteränderungen bekommt.“ = Kathe 1970: 424

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

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

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

- "Der geringen 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.

- 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, t 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 Maschinenveränderliche umgeformt

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

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

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

- transitive Mathematik: im Digitalcomputer elektrophysikalisch 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 Oszilloskoprinne eine Maske anbringen, auf der ein Graph der zu erzeugenden Funktion geschwärzt dargestellt ist; mit Servoschaltung und einem Photomultiplier, hinter der Maske angeordnet, Leuchtpunkt bei wechselnder X-Ablenkung immer auf der "Kante" des Funktionsgraphen gehalten, sodaß hierfür notwendige Y-Ablenkspannung als Funktionswert ausgegeben werden kann (Hinweis Bernd Ulmann, Mai 2011); Korn & Korn, Electronic Analog

and Hybrid Computers, 1964 248; Huseky & Korn, Computer Handbook 1962, 3-68 ff.; McKay & Fischer, Analogue Computing at Ultra-High Speed 1962, 94 ff.

Kybernetische Neurobiologie 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*; zerlegt auch die Fourieranalyse zwar den Klang in sinusförmige Elemente, folgt hier aber eher der Suggestion der vokalalphabetischen Sprachanalyse; Klang aber – so auch Denis Gabors Argument – 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 Differentialgleichung zweiter Ordnung mit positiven Koeffizienten beschreiben lassen. Die Lösung gewinnt man hier durch Messen des zeitlichen Verlaufs des Stromes i , der mit handelsüblichen elektrischen Registriergeräten direkt in Kurvenformaufgezeichnet werden kann" = Kley 1964: 175; 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 Rechenelementen 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 gegenstrebigem Fügung

- Audiovisionen des Rechnens mit Elektronik: Verbrüderung von Analogcomputer und Synthesizer (eine medienarchäologische Experimentalanordnung); Hans Kulk: Musik mit Analogcomputern; Heinrich - optische Muster mit Analogcomputern: Rhythmogramme (Heinrich Heidersberger / Benjamin Heidersberger)

- Herbert W. Franke: frühe Computergrafik auf dem Analogcomputer; Film *Tanz der Elektronen* (1962)

- Jenenser Zeiss-Planetariumsprojektor aus den späten 20er Jahren als mechanischer Analogcomputer; hinkt dem Differential Analyser von Vannevar Bush hinterher

- Datenflußrechner

- "kontinuierliche Digitaltechnik" (Horst Völz)
- transitive Mathematik: Unverzögerlichkeit des Analogcomputers und das zeitliche Kriterium von Simulation
- Spiel mit dem Analogcomputer (*Tennis for Two*)
- medienarchäologische Verbrüderung von Analogcomputer und Synthesizer; Rechnen mit dem Synthesizer einerseits (harmonische Oszillationen, Frequenzteilungen); Musik und Bilder auf, aus und mit Analogcomputern andererseits (nicht-digital gerechnete Audiovisionen); wieder zusammenbringen, was zumeist im Rahmen von Computergeschichte einerseits und elektronischer Musik andererseits getrennt gedacht wird: technische Gleichursprünglichkeit von Analogcomputer und Musiksynthesizer; Analogcomputer auf eine erkenntnisöffnende Weise umnutzen und damit Musik darbieten (Kulk); Manfred Miersch (Subharchord); <http://www.subharchord.de>
- 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, Knaur's Buch der Denkmaschinen. Informationstheorie und Kybernetik, München / Zürich (Droemer Knaur) 1968, 284
- Nachbau *Tennis for two*; werden medientheoretische Fragen wie die nach dem Analogcomputer am Besten am konkreten medienarchäologischen Gegenstand erprobt; Erzeugung des Ball-Sprungs durch Relais als 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 Bildschirmaufnahmen beruhender Film *Tanz der Elektronen* (1962)

- Heinrich Heidersberger, 50er- und 60er-Jahren mit "Rhythmogrammen", auf mechanischem Analogcomputer erzeugt: <http://www.heidersberger.de/pages/index.html>

- hat Mark Titchener Analogrechnersimulationssystem (PERTECS) entwickelt: <http://tcode.auckland.ac.nz/~mark/Signal%20Processing%3A%20PERTECS.html>

- http://www.amazon.de/Analogrechner-Wunderwerke-Grundlagen-Geschichte-Anwendung/dp/3486592033/ref=sr_1_1?ie=UTF8&qid=1305118148&sr=8-1

- experimentiert Hans Kulk mit Analogrechnern, antikem Meßgerät und dem *analog modular synthesizer*; Klang als Oszilloskopien; Klangimprovisationen, verkleidet als 'data sonification' / 'auditory display': <http://www.log673.nl/sonifications.htm>

- Charles Care, Technology for Modelling Electrical Analogies, Engineering Practice, and the Development of Analogue Computing, Springer Verlag; "Empirical Modelling"-Ansatz in Warwick, der den ausdrücklichen 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 Differentialgleichungen, weil primär mit Ableitungen nach der Zeit operierend) so optimal geschaffen war. Meisterung dynamischer Prozesse ist die große Leistung elektronischer Medien, und es stellt sich die Frage, inwieweit die gängige harte Dichotomie zwischen „analog“ und „digital“ nicht eine metaphysische Fiktion ist. Plancksches Wirkungsquantum: das vorgeblich Stetige, je genauer betrachtet, verhält sich sprunghaft, und damit prinzipiell numerisch berechenbar; Konrad Zuse spekuliert darüber in *Rechnender Raum*

- Nachbau Hölzer-Analogrechner Peenmeünde entstammt der „Verstärkertechnik“

- Edmund Suschke, gemeinsam mit Biener ein Standardwerk über Automatisierungstechnik, unter ausdrücklichem Bezug auf Analogrechner MEDA

- "forschend Verstehen", so Johann Gustav Droysen in seiner *Historik*, über die historische Methode, die sich gleichermaßen von den reinen Geisteswissenschaften – dem Verstehen, der philologischen Hermeneutik – und ebenso von den Naturwissenschaften abgrenzt)

- modelliert der Analogrechner Mathematik? führt Mathematik mit Genauigkeit aus

- das technomathematische Verfahren, also die Übersetzungsarbeit vom Symbolischen ins Reale, die hier zum Einsatz kommt;

Medienwissenschaft und technische Informatik treffen sich auf medienarchäologischer Ebene

- luzide Ausdifferenzierungen zwischen dem Wesen der Verschaltung respektive Programmierung analoger und digitaler Rechner
- verschiedene zeitlichen Modi, in denen Analog- und Digitalcomputer operieren; "zeitkritische Medienprozesse", also jene Prozesse, in denen kleinste zeitliche Momente entscheidend für den Gesamtablauf sind. Lange Zeit war der Analogcomputer, weil er mit der Geschwindigkeit von Elektrizität „rechnet“, gleich den live-Medien (Radio & Fernsehen) dem Digitalcomputer überlegen – bis daß die Taktleistung der Prozessoren auch diesen Rückstand aufgeholt hat
- "technikum29" in Kelkheim i. Taunus: einige Analogrechner, etwa die ersten Heathkit-Lerncomputer
- im OSI-Modell des Internet medienarchäologisch die unteren Schichten, konkret 1 und 2 am Interessantesten, da direkt mit der Bitsicht der Datenübertragung befaßt
- Versuch, mangelhaftes elektronisches Wissen durch Hineinbringen nicht-elektronischer Fragestellungen zu kompensieren

Analogelektronische 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, 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 Aktivitätssummiation 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" = Creutzfeldt ebd.

- erzeugt massive Parallelität der Kanäle (nämlich Nervenfasern) im Hirn eine Gleichzeitigkeit in der Signalverarbeitung, die sich von der strikten Sequentialität der digitalen Datenverarbeitung (in der von-Neumann-Architektur des Computers) unterscheidet - weshalb auch die menschliche Bildverarbeitung alternativen Versionen des frühen Fernsehens (Arthur Korn) näher steht als dem finalen Kathodenstrahlbild

- entscheidend für Shannons Nachrichtentheorie der Kanal, über den die Signale laufen; die Speicheroption ist im Kanal implizit mit angelegt (meiner Interpretation nach stellt jede Leitung, jeder Kanal - den Shannon übrigens ausdrücklich als "the medium" bezeichnet - bereits eine zeiträumliche Verzögerung, also ein Δt dar, Laufzeit u. a., was eine Art dynamischer Zwischenspeicher ist, eine Verzögerung, wie sie wiederum für den Analogcomputer frei skalierbar ist - vom Repetiermodus für den Zweck der Oszilloskopie einmal ganz abgesehen). Für eine Mediendefinition, die den Kanal des Signalwegs zentral wählt, kommt also der Analogrechner infrage - fast sogar noch mehr als der digitale Computer, der als symbolverarbeitende Maschine ja alle anderen Medien zu simulieren vermag

- Aspekt des Analogcomputers, der ihn über seine rechentechnische Verwendung hinaus auch heute wieder umso mehr aus medienarchäologischer und erkenntnisorientierter Perspektive so interessant macht: eine andere Form der mathematischen Modellierung von (physikalischer) Welt. Der Begriff der "Simulation"

dynamischer Vorgänge (Sie nennen etwa die Einschwingzeit, und auf dem MEDA-Rechner im hiesigen Fundus haben wir eine gedämpfte Schwingung "programmiert") taucht in den frühen Schriften zum elektronischen Analogcomputer immer wieder auf - in einer Zeit, als Binärrechner noch viel zu viel Rechenzeit erforderten, als daß die Veränderung von Parametern in solchen Simulationen am Oszilloskop diagrammatische Darstellungen in "Echtzeit" erlaubt hätten. Auch der Einbau von analogrechnenden Reglern in tatsächliche Systeme stellt ein epistemisches Hybrid dar; hier wird die Modellierung der Welt gleichzeitig zum Teil derselben (systheoretisch gesprochen ein "re-entry" der Beobachtung). Und schließlich ist der Analogcomputer eine Art Chronopoeet, denn er bringt eigene Zeitwelten hervor (durch seine Fähigkeit, Zeitprozesse in der Simulation zu stauchen und zu dehnen)

- vermögen nun fast alle dieser Funktionen ihrerseits im Digitalcomputer implementiert zu werden; 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 der Standard (Wien), "Rein mechanischer Steampunk-Rover soll der Venus-Hölle trotzen", 3. September 2017, über NASA-Konzept eines Landefahrzeugs, das rein ohne Elektronik auskommt; "haben sich Nasa-Wissenschaftler gedacht, es müsste eigentlich auch ohne Elektronik gehen: Die Techniker stellten nun das Konzept eines Venusrovers vor, der von außen einem frühen Panzer gleicht und über ein rein mechanisches Innenleben verfügt. Sowohl die Steuerung als auch die Datenübertragung basieren dabei auf Komponenten, für die analoge Uhrwerke und Rechner aus der Zeit vor der Erfindung des Mikrochips Pate gestanden haben"; der Automaton Rover for Extreme Environments (AREE) vom Jet Propulsion Laboratory (JPL) der Nasa in Pasadena, Kalifornien, bezieht seine Energie von zentral gelagerten Windturbinen, die ein System aus Räderwerken und Hebeln antreiben. "Wie die mechanische Sammlung von Daten aussehen könnte, ließen die Ingenieure zwar offen, doch was die Kommunikation betrifft, haben sie eine Lösung gefunden, die ebenfalls ganz ohne Elektronik auskommt: Ein Bauteil, das von einer Venussonde per Radar aus dem Orbit erfasst werden kann, soll Daten mithilfe von Morsezeichen übermitteln - so ähnlich wie Schiffe, die über große Distanzen via Lichtsignale kommunizieren" =

<http://mobil.derstandard.at/2000063362511/Rein-mechanischer-Steampunk-Rover-soll-der-Venus-Hoelle-trotzen>; Abruf 6. September 2017

Flugsimulation als Analogcomputing

- Flugsimulator eine technologische Entwicklung der Luftfahrt im doppelten Sinne: einerseits zur Ausbildung von Piloten und andererseits zur Entwicklung von Flugzeugen; nicht auf Technikgeschichte reduzieren, sondern den Flugsimulator als paradigmatische Konkretisierung eines medienepistemologischen Gegenstands: der Wesenswandel im Verständnis der "Simulation"; Begriff gehört zum Grundvokabular abendländischer Ontologie, heutzutage (allzu exklusiv) mit dem Digitalrechner verbunden
- Eskalation im medienepistemologisch prekären Hybrid von Analog- und Digitalcomputer liegt im zeitkritischen Feld (Echtzeit-Simulation und Zeitachsenmanipulation). Im Unterschied zum "inneren Scheinbild" (Heinrich Hertz) ist das analogtechnische Modell ein Nach- oder Mitvollzug der äußerlichen Wirklichkeit mit Mitteln des Physik selbst
- schiere Eskalation von Rechenleistung der Prozessoren läßt die digitale Simulation obsiegen
- über ein pragmatisches Instrument hinaus 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 - mithin 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"; selbstgebaute 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 Zwillingnatur von Musik und Mathematik auf analogem Feld hörbar zu machen; ein Hybrid (analog/digital)
- Photographien von Oszilloskop mit Nachleuchtdauer; erzeugt durch Analogrechner
- vertraute Synthesizer-Schaltungen auf Analogcomputer nachgesteckt; koppelt Klanggeneratoren an Analogcomputer-Board
- "Resonator"-Schaltung (Oszillator oder Filter) spricht auf bestimmte Frequenzen an. Zusammengesetzt aus Integratoren, Inverter, Potentiometer. Alle Ausgänge anzapfbar; Schwingkreis

- Oszilloskop zusätzlich: z-Eingang (für Lichtstärke bzw. an/aus); damit wird Oszilloskop zur Graphik-Maschine; alles in Echtzeit regelbar
- Oszilloskop mit langer Nachleuchtdauer, "um Vergangenheit eines Signals anzuschauen" (Benjamin Heidersberger)
- Inspiration: x y, Practice of electronic music, darin Satz: Analogrechner = Analogcomputer
- Komposition / Oszillogramme "Neumen" (melodische Fragmente aufzeichnen): analog-computer to LF-oscilloscope, ARP 260, VHS recording, 2000
- Wiedergabe der auf Video aufgezeichneten Analogbilder / -töne, wenn von DVD auf Beamer, macht aus allem "digitale" Bilder
- Komposition *scope* "analog beeld et klaang"

Mechanismus von Antikythera

- gelingt der griechischen Antike mit dem Mechanismus von Antikythera als astronomischem (Voraus-)Rechner die Aufhebung der planetarischen Zukunft (Vorhersage der nächsten Sonnenfinsternis) im wortwörtlichen "Planetengetriebe"; zugleich die Loslösung von der händischen Kulturtechnik des Rechnens zugunsten des buchstäblichen Automaten, der in seiner in/formierten Materialität alle möglichen Rechenzustände bereits in sich bereithält; vgl. Heinz von Foerster, über Curta-Handrechenmaschine, in: ders., Sicht und Einsicht
- "[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 Rechenggerät, 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 eines 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; vermag universelle Turingmaschine nicht nur jeden anderen Mechanismus (sofern symbolisch kodiert), sondern vor allem auch sich selbst als Computer zu emulieren; unter allen speziellen Turingmaschinen, die als mathematischer Mechanismus zu

modellieren sind, hier die Rechenmaschine privilegiert; vor aller realen Implementierung in Computern die Turingmaschine als aus mathematischer Theorie geborene selbst "die höchste Verwirklichung echter Praxis" = in Anlehnung an *theoría*-Begriff in: Martin Heidegger, Die Selbstbehauptung der deutschen Universität [Rektoratsrede Freiburg i. Br. 27. Mai 1933], Breslau (Korn) o. J., 10

- 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 distanzierenden Nach- als Mitvollzug. "The Antikythera Mechanism has fundamental resonances for later scientific instruments" = Freeth 2008: 28 - im Sinne einer Vorschleifspur, einer Präsonanz

- "The machine rewrites the history of technology" = Mike Edmunds, zitiert in: Freeth 2008: 9; stellt vielmehr ein nicht-historisches Verhältnis dar, eine wissensarchäologische Lage in ihrer materiellen Verkörperung; nicht schlicht Technikgeschichte neu schreiben, sondern eine andere, archäographische Form solcher Zeitverhältnisse von in Maschinen verkörpertem Wissen entwickeln

- zwei Argumente des symbolischen Regimes, die den numerischen Computer definieren, im Antikythera-Mechanismus am Werk: einmal die verzahnten Räderwerke als operatives Rechnen (Hardware), dann die vielen abgekürzten Textfragmente und Buchstabenkombinationen zur Anleitung und Bezeichnung der diversen Unterfunktionen (Software) - ein operatives Alphabet (und damit eine technische Erweiterung der bislang triadisch gedeuteten Nutzung des altgriechischen Vokalalphabets für Schreiben, Rechnen und musikalische Notation)

- Karsakov 1832: mechanisierte Buchstaben = Ideenmaschine; gewinnt aber selbst noch der scheinbar abstrakte alphabetische Code (*langue*) seine Autorität aus seiner Ableitung artikulierter, mithin: verkörperter Sprache (*parole*)

- "The Antikythera Mechanism is a very rare original text" = Agamemnon Tselikas, zitiert in: Freeth 2008: 13

- erlaubt Mechanismus in seiner archäologisch uneindeutigen Form den zweiten Anlauf eines verbesserten Modells, ohne selbst ein anderer zu werden; geborgen in / aus den Eisenklumpen ein latentes Wissen, das der Explizierung harret; Price auf zweidimensionale Röntgenaufnahmen angewiesen, formierte und begrenzte seine

Deutung; Eskalation der 3D-Röntgenstrahlen-Computertomographie legt Neudeutung nahe

- gelang es dem Antikythera Mechanism Research Project, den funktionalen Sinn der 223 Zähne eines weiteren Rades zu enthüllen und jenseits der Hypothese des Differentials eine zugleich ergänzende und alternative Deutung vorzuschlagen: die Vorhersage von Sonnen- und Mondfinsternis (Saros-Zyklus). Ein interner Mechanismus konnte als Rechenwerk zur Datierung der sportlichen Olympiaden gedeutet werden und erweiterte damit den Horizont des Mechanismus vom naturgegebenen zur kulturgegebenen Zyklus: "The new results of the Metonic Calendar and Olympiad Dial link the cycles of human institution with the celestial cycles embedded in the Mechanism's gearwork: a microcosm of the temporal harmonization of human and divine order in the Classical world" = Alexander Jones, zitiert in: Freeth 2008: 24; Mechanismus stellt diese Harmonie erst her

- was dieses Instrument von der mechanischen Uhr der Neuzeit unterscheidet: die fehlende Hemmung

- Rolle des Mechanismus von Antikythera in der sogenannten *object-oriented ontology*; Entdeckung bereichert das Wissen nicht geschichtlich, sondern wissensarchäologisch. Dem *aus* und *über* antike Rechenmaschinen überlieferten Textwissen (etwa der Traktat des Archimedes über Himmelsgloben), das der editionswissenschaftlichen Kritik bedarf, weil es in der Überlieferung mehrfach symbolisch und narrativ gebrochen wurde, tritt nun die unmittelbare Präsenz eines operativen Gegenstands zur Seite oder gar gegenüber, das durch modellhaften Nachbau in Vollzug gesetzt werden will, um sein implizites Wissen als generatives Gedächtnis - im Sinne von 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.*

Medienarchäologische CT-Einblicke in die "Enigma"

- "Die Enigma – die Blackbox schlechthin – geöffnet, ohne sie zu öffnen. Nur wird es in einem CT schwierig, sie in den medialen Vollzug zu bringen ..." = Hinweis von Raphael Tostlebe (4. März 2022 auf) <https://www.scinexx.de/news/technik/forscher-durchleuchten-chiffriermaschinen> (folgt die automatisierte Signatur: "Diese Nachricht wurde von meinem Android-Gerät mit K-9 Mail gesendet", ihrerseits Gegenstand diverser Verschlüsselungen und Netzprotokolle); medienarchäologischen Einblicke (materielle

"Dechiffrierung") nicht nur von Seiten menschlicher Forscher, sondern von Seiten eines technischen Mediums selbst (der Computertomograph) - wie es auch mit einem von Tauchern im Meer gelungenen Metallklumpen gelungen ist, der sich mit Hilfe von CT als der "Mechanismus von Antikythera" herausstellte, eine Art antiker astronomischer Analogcomputer; parallel zur Computeranimation der mittelalterlichen chinesischen Räderuhr (Su Songs "Himmliche Waage"), welche dem Mechanismus der Hemmung näher steht als jede Museumsreplik (und mit der RealFlow-Software tatsächlich in - zumindest diagrammatischen - Vollzug bringt); ist die deutsche Chiffriermaschine "Enigma" im Medienarchäologischen Fundus der HU demgegenüber nur eine äusserliche Replik: wer sie öffnet, findet sie leer.

A/historizitäten: Materiale Entropie versus symbolischer Kode

- Fund des Mechanismus von Antikythera in archäologischer Hinsicht etwas, das schon halb der Entropie verfallen war, als korrodierte Eisenklumpen; gelang es, diese Masse wieder in einzelne Zahnräder zu unterscheiden - nicht-invasiv = Tobias Hürter, Das Urwerk <sic>, in: Die Zeit Nr. 49 v. 30. November 2006, 39; keine Texte im Sinne altphilologischer Quellenkunde, sondern operative Symbole; korrodierte Bronzefragmente nicht Quellen im Droysenschen Sinn, sondern Überreste; sprechen nicht im semantischen Sinn zum aktuellen Leser, sondern werden in Hinblick auf Maschine und Astronomie dekodiert. Operative Schriften lassen sich als Maschine realisieren (Babbage, Karsakov); ist es eine andere Philologie, die hier antreibt: die Liebe zum *logos* als symbolischer und materieller Mechanismus

- spalten sich hier entropische, zunächst undurchschaubare Zeit und symbolisch kodierte Information

- tatsächliche Friktionen eines Mechanismus (wie die allmähliche Verhakung von Blechen an Konrad Zuses Z1 - auch im Nachbau), welche das Veto der wirklichen Zeit, das Veto der physikalischen Welt gegenüber einem idealisierten Reich zeitinvarianter logischer Maschinen darstellt; wird das fortwährende Drama des "Computers" ursprünglich eröffnet: eine Aushandlung zwischen logisch-mathematischer Operationen (Software) und ihre Implementierung in einer widerständigen realen physikalischen Welt (Hardware)

- stillgestellte Zeit - das *Pompeji premise*, eine kinematographische Situation; Artefakt datiert sich selbst: "Weil die beweglichen Skalen

seit dem antiken Schiffsunglück in ihrer letzten Stellung festsaßen, konnte Stais den Fund sogar datieren, auf das Jahr 80 vor Christus"

Der Mechanismus von Antikythera als Analogcomputer

- Mechanismus, der offenbar der Vorausberechnung astronomischer Verhältnisse galt und auch nichtharmonische Epizyklen faßte, (vor-)schnell als antiker Computer bezeichnet; tatsächlich Analogcomputer; Stärke dieses *special purpose* astronomischen Rechners, gerade auch die Unregelmäßigkeiten in der Mondumlaufbahn berechnen zu könne

- Während Projektionsplanetarium medienästhetisch astronomisches Wissen durch Bewegungszeit, Visualisierung und Räumlichkeit (re-)präsentieren soll, wird es von Mechanismen wie dem von Antikythera vielmehr medienarchäologisch *errechnet* und abgelesen; er stellt also ein funktionales Planetarium dar; Analogcomputer ist einem Planetarium als Projektionsmechanismus implizit, während er im Mechanismus von Antikythera explizit ist

- Astrolab: Nachempfinden von Planetenbahnen im Kleinen (Mikrokosmos); Schweizer Uhr mit Kreisrechenwerk "Chronomat"

Medien als aktive Archäologen solcher Artefakte

- "Price erreichte, dass der Mechanismus 1972 an seinem Aufbewahrungsort, dem Archäologischen Nationalmuseum in Athen, mit Röntgen- und Gammastrahlen untersucht wurde, um die Zahnradgetriebe im Inneren erkennen und beurteilen zu können. Obwohl mit dieser Aufnahmemethode nicht unterschieden werden konnte, welches der mehrfach übereinander liegenden Zahnräder vorn beziehungsweise hinten angeordnet ist, gelang Price eine erste Rekonstruktion der Anzeigen"; Fig. 33: Sectional diagram of complete gearing system, in: Derek de Solla Price: Gears from the Greeks. The Antikythera Mechanism. A Calendar Computer from ca. 80 B. C., Science History Publications 1975, 43

- Nachvollzug durch operative Modellierung, funktionstüchtiger Nachbau: eine archäologische Methode, kein *reenactment* im Sinne von Collingwood als mentale Operation des nachvollziehenden Menschen, sondern als Eigenlogik der apparativen Welt, *Eigenwelt der 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 Anachröologie des Wissens tut sich hier auf. "Deshalb bleibt den Forschern nur Reverse Engineering, wie es Technologiefirmen mit den Produkten der Konkurrenz machen. Sie müssen die Konstruktionsarbeit der antiken Ingenieure rückwärts nachvollziehen, vom fertigen Räderwerk bis zum Konzept dahinter" = Hürter 2006: 40

Das Differential

- "Mechanismus von Antikythera" recht eigentlich ein Analogrechner. Was dieses Artefakt mit den Planetarien der Moderne nicht im Sinne einer technikhistorischen Vorläuferschaft, sondern strukturell verbindet ist sein Mechanismus als (impliziter) Analogcomputer; analoges Meßgerät und analytisches Rechnen fallen hier zusammen; kontinuierliches Zahnradgetriebe (gleich dem Rechenschieber) "rechnet" nicht im Sinne numerischer Mathematik, sondern setzt Zahlen ins Verhältnis, rechnet mit Verhältnissen; Mechanismus, der im Projektionsplanetarium der optischen Darstellung astronomischer Konfigurationen dient, ein implizites mathematisches Getriebe, ein Differential

- kinematisches Räderwerk eines sogenannten Planetengetriebes; Zeit verzweigt sich hier als Differentialgetriebe = <http://de.wikipedia.org/wiki/Planetengetriebe>, Zugriff 23. August 2010; zeitigt ebenso die leichte Bewegung des Drehknopfs eines Kurzwellen-Radios sofortige Veränderungen, nämlich Senderwechsel; die Apparatur als solche aber ist grundsätzlich angelegt auf den Empfang 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 Wiens *Kybernetik* definierten „Bergsonsche“ Zeit thermodynamischer Vorgänge - Wolkenzeit. "Die Newton'sche Mechanik betrachtet [...] die Vorgänge in der Natur, insofern den Körpern [...] eine feste Masse und ein zu jedem Zeitpunkt bestimmter Ort in einem Raum euklidischer Metrik zugeschrieben werden kann" = Werner Heisenberg, *Ordnung der Wirklichkeit*, München 1989, 61

- Hebel und Rad *natura* als *machinata* = Vortrag Giovanni Di Pasquale, "Vitruvius' Image of the Universe: Architecture and Mechanism", Tagung *Vitruvianismus. Ursprünge und Transformationen*, Berlin (Humboldt-Universität / Pergamonmuseum) 14. / 15. Juli 2011

- Chronomechanismus von Antikythera selbst ein Anachronismus, weil er die lineare, evolutionäre Modellierung techno-logischer Zeit als Technikhistoriographie untertunnelt; Eisenklumpen, der aus dem Meer vor der Insel Antikythera geborgen wurde, in seiner offensichtlichen Korrosion unerbittlich der physikalischen Entropie unterworfen; erlaubt es die Modellierung als logische Anordnung, die Bestandteile zu separieren und zu rekonfigurieren. Im logisch-Symbolischen ist eine Invarianz gegenüber den historischen Kontingenzen am Werk, eine andere Gegenwärtigkeit, welche einen gleichursprünglichen Nachvollzug des antiken Geräts ermöglicht

- antike Computer im Unterschied zu klassischen archäologischen Objekten; unterliegen wie die letzteren als Hardware dem "Zahn der Zeit", der physikalischen Entropie, und sind somit in der vertrauten "historischen" Zeit; Schimmel aus alten Kondensatoren. Andererseits ist ihrer operativen Diagrammatik, also der gelöteten Schaltung, die Zeitlosigkeit der Logik eingeschrieben oder gar eingebrannt, was es ermöglicht, dieses Wissen auch heute wieder zu verhandeln, neu zu verhandeln, klug zu mißbrauchen, umzunutzen - was gemeinhin unter "Retro-computing" firmiert

- ist der kulturgeschichtlichen "Antike" (im Sinne Walter Benjamin) die Antike der Gegenwart beiseitegestellt, die "Jetztvergangenheit" des digitalen Zeitalters - ein Begriff, der zugleich andeutet, daß diese Vergangenheit nicht historisiert, sondern in der Gegenwart gleichsam "aufgehoben" ist wie frühere Prozessoren in heutigen Mikrochip-Architekturen; programmatischer Einblick in die Prähistorie heutiger Computertechnik; diese Von der Antike des Digitalcomputers nicht durch Jahrtausende getrennt; diese Antike ist nicht einmal *historisiert*, sondern aktuell. Anders als antike Statuen nämlich wollen *vintage computer* in Vollzug gesetzt werden. Sie als Objekt anzuschauen erschließt nicht ihr Wesen, sondern allein ihre operative Archäologie

- medienarchäologischer Akzent auf *computing*, nicht schlicht dem "Computer", "auf der Lauffähigkeit der Systeme, die auf diese Weise die Computergeschichte real erfahrbar machen" (Stefan Höltgen, Vintage Computing Festival Berlin)

- "Das Muster aller Vorgänge im Sonnensystem bildete die Umdrehung eines Rades oder einer Reihe von Rädern, entweder in Form der Ptolemäischen Epizykeltheorie oder der Kopernikanischen Bahntheorie, und in jeder dieser Theorien wird die Vergangenheit in der Zukunft gesetzmäßig wiederholt. Die Sphärenmusik ist ein Palindrom, und das Buch der Astronomie liest sich in gleicher Weise vorwärts wie rückwärts. [...] Wenn wir also die Planeten filmen würden, um ein wahrnehmbares Bild ihrer Bewegung zu zeigen, und den Film rückwärts ablaufen ließen, so ergäbe sich noch, übereinstimmend mit der Newtonschen / Mechanik, ein mögliches Bild der Planeten. Wenn wir dagegen die Turbulenz der Wolken in einem Gewitter filmen und den Film rückwärts ablaufen ließen, erschiene er gänzlich verkehrt. Wo wir Aufwinde erwarteten, würden die Abwinde sehen, die Turbulenz würde an Intensität abnehmen, das Blitzen ginge den Veränderungen der Wolke, die ihm gewöhnlich vorausgehen, voran" = Norbert Wiener, *Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung in Lebewesen und Maschine*, übers. v. E. H. Serr, Reinbek b. Hamburg (Rowohlt) 1968, 54 f.; Wiener akzentuiert dies als Erkenntnismodell, Unterschied zwischen Planetenumlaufbahnen ("Kosmos") und Wolken; Zeitästhetik als die Differenz zwischen Newtonscher (absoluter) und Bergsonischer (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 Bergsonischen 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 mathematische Logik den Techniken unvordenklich setzen, sind dieselben diskursiv konstruierbar. Der historische Index erläutert den spezifischen Zeitpunkt einer Erfindung respektive deren Diskurswerden

- hinterfragt Mauersberger "zu früh gekommene" Erfindungen und Mehrfacherfindungen, für die etwa Leonardos Skizze des Fahrrads mit Transmissionskette ebenso steht wie der antike Mechanismus von Antikythera: "Wie und auf welche Weise konnte dies oder jene Idee nur so frühzeitig in die Welt treten?" = Mauersberger 1992: 29; medienarchäologischer Index benennt die unabdingbaren und invarianten Voraussetzungen dessen, was als Denkbare dann kulturwirksam werden kann. Diese historisch-ahistorische Doppelbindung läßt sich als temporales Gefüge formulieren: Einmal sind die Dinge in die historische Zeit gestellt, zum Anderen aber gehören sie Zeitweisen an, die - in Anlehnung an einen Begriff Latours - *non-human chrono-agencies* darstellen

- was heutige mathematische Wahrnehmung und Rechenmaschinen mit dem antiken Mechanismus von Antikythera verbindet: keine direkte historische Wissensüberlieferung, sondern ein non-historischer Kurzschluß, der im impliziten Wissen solcher technomathematischen 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 medienepistemologisches Monument. "The machine is an aberration; it seems out of place in the manual technology of the ancient world" = David Bolter, *Turing's Man. Western Culture in the Computer Age*, Chapel Hill (The University of

North Carolina Press) 1984, 21. Siehe Derek J. de Solla Price, An Ancient Greek Computer, in: Scientific American, Juni 1959, 62. Tatsächlich deutet sich hier ein 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-transzendentes Artefakt dar: Ihre Operativität liest sich als etwas anderes, als es die historische Rahmung meint. Für technikhistorische Museen stellt sich diese Frage sehr konkret: operative Präsentation des technischen Altertums oder aus konservatorischer Rücksicht das Primat ihrer Unberührbarkeit, damit auch Unrepariertheit des Artefakts? Gewiß kann ein historisches Medienartefakt nicht auf Dauer in operativer Präsenz erhalten werden, doch ergibt sich durch systematische Aufzeichnung seiner Operativität die Möglichkeit, die wesentliche, genuin mediale Information in der symbolischen Form kinematographischer Diagrammatik auf Dauer zu stellen. Wie anachronistisch also ist eine funktionierende Räderuhr in der Gegenwart?

- gibt es Medien und gab es sie als reale Artefakte, als Gegenstände der Kultur, die z. T. materiell (als Museum) als sie selbst überliefert sind - wie etwa jene Zahnräder aus dem antiken Wrack, gefunden vor der menschenleeren Insel Antikythera in der Ägäis, von denen bis heute nicht klar ist, ob sie die Ur-Form eines astronomischen Computers oder schlicht eine Uhr darstellen. Erst der tatsächliche Nachbau der verkrusteten Eisenklumpen dieses submarinen Fundes ermöglichte eine Entfesselung ihrer Deutung (ausgestellt im Deutschen Museum, München)

Planetarische Zeit (und jenseits)

- hat Norbert Wiener Zeit als Naturgeschehen auf zwei Niveaus angesiedelt: Planetenumlaufbahnen einerseits - das mechanische Modell der getakteten Uhrzeit - und die mikrothermischen, stochastischen Prozesse von Molekülen in Wolken. Planetenbahnen im Sinne der Keplerschen Gesetzen lassen sich - wie vermutlich im antiken Mechanismus von Antikythera angelegt und von Huyghens 1682 nachgewiesen - durch ein mechanisches Getriebe (als Analogcomputer, der Kettenbruchrechnung mit ineinandergreifenden Zahnrädern durchführt) nicht nur simulieren, sondern auch in ihrer zeitlichen Richtung umkehren - Zeitachsenmanipulation als das Kriterium, welches die Simulation vom tatsächlichen Sternenhimmel unterscheidet. Das Zeiss-Planetarium von Jena ermöglichte über ein Zählwerk jeden beliebigen Zeitpunkt der Sternzeit auf Abruf als Konstellation einzustellen, invariant gegenüber dem Zeitpfeil der Boltzmann-Entropie. So kommentiert Max Wolf nach einem Besuch die ahistorische Zeitweise dieses Planetariums: "Weiter aber spielt 'Zeit' bei ihm im Gegensatz zur Natur keine Rolle. Der Himmel ist sozusagen dem Experiment zugänglich gemacht, und man braucht nicht auf die Vorgänge zu warten" = Max Wolf in der Neuen Mannheimer Zeitung v. 18. April 1927, zitiert nach: Das Zeiss-Planetarium, Jena 1930, 3, von: Joachim Krause, Architektur aus dem Geist der Projektion. Das Zeiss-Planetarium, in: Wissen in Bewegung. 80 Jahre Zeiss-Planetarium Jena, hrsg. v. de. Ernst-Abbe-Stiftung (Konzeption / Redaktion: Hans-Christain von Herrmann), Jena 2006, 51-78 (59); Gegenstück zu dieser Zeit ist die Unwahrscheinlichkeit metereologischer Prozesse

- "Wenn immer man die Zeit zur Bewegung in Beziehung gesetzt, das heißt sie als Maß der Bewegung definiert hat, fanden sich zwei Aspekte der Zeit, beide Chronozeichen: einmal die Zeit als Ganzes, als großer Kreis oder Spirale, die die Gesamtheit der Bewegung im Universum aufnimmt; dann die Zeit als Intervall, das die kleinste Bewegungs- oder Aktionseinheit 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

"anabrid" (Ulmann)

- Startup Bernd Ulmann: anabrid computing; Trailer <https://www.youtube.com/watch?v=j1wZ8zU1ZGI>; Analogcomputing wirklich mehr "energy-efficient" als Digitalserver? kluger diskursiver Schachzug, ebenso wie das Argument der Grenzen integrierter Schaltungen gegenüber "born analog" Prozessen; wird mit Materie selbst (parallel) gerechnet; ist daher nicht nur aus marktstrategischer, sondern epistemischer Sicht wissenswert, als grundsätzlich andersartiger Begriff des Rechnens, vielmehr "technophnomenologisch" (im Sinne Bachelards), ein epistemisches Labor ("unconventional computing")

- Antwort der Medienarchäologie auf die Herausforderungen (und Übertreibungen) von Künstlicher Intelligenz 2.0 und "Deep Learning" - auch dies "inbetween analog and digital"; kehrt in den Künstlichen Neuronalen Netzen gewissermaßen der Analogcomputer (samt seinen kybernetischen Paradigmen) wieder ein; Projekt Philipp Schäfer: *Analogiecomputer*; neuronale Netze vs. algorithmisierte von-Neumann-Architektur im Machine Learning

The Analog Thing

- Bernd Ulmanns Experimentier-Analogcomputer; bezieht sich der Begriff THE ANALOG THING nicht allein auf das Gerät, auf das die Buchstaben gedruckt (und wie Leiterbahnen geätzt?) sind, sondern bezieht (gut kybernetisch) ebenso auch den im Moment der Benutzung mitgekoppelten Menschen ein (THE ANALOG THINKer)

Operative Numerik und Logische Maschinen:

DIE ZAHL

Die Zahl: platonische Abstaktion oder operative Funktion der Zählung?

- verleitet die "Idee" der Zahl zur metaphysischen Unterstellung einer nicht-physikalischen Welt, ist indessen selbst die "abstrakte" Zahl immer schon neuronal konkret verkörpert, als Resultat von (gestalt-)erkennenden Operation gleich dem Perceptron (Rosenblatt) respektive der Optical Character Recognition; kann "Geist" nur im Sinne (künstlicher) neuronaler Netze verstanden werden; wird eine kognitive Gestalt einem empirischen Etwas zugeordnet (*mapping*, Kodierung); erlaubt diese "Mathematisierung" (kultur-)technische Operationen der Informationsverarbeitung in einer Weise, welche Materie / Energie radikal verdichtet / effektiv abkürzt, mitnichten allerdings aufhebt

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 Fundamenteinheit verlangt (Konstanz, Reproduzierbarkeit, Teilbarkeit)" = Koenen 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.

- bernhardvief@gmail.com, Seminar "Geld als Medium" (WS 2023 / 24), Mastercurriculum, Modul II Medienhistoriographie vs. Medienarchäologie: Geld aus Hardware kommend; kehrt Hardware nun vorzeichenverkehrt wieder in den scheinbar vollständig informatisierten Geldverkehr ein: einerseits Glasfasern, andererseits Energiebilanz von Bitcoin, das eine ständig wachsende Verschlüsselungsdatenlast mit sich bringt; These: kommt digital Geld erst als "reines" zu sich; Ankündigung China: 2025 Yüen auf rein digital umzustellen, vgl. zur mittelalterlichen Situation, als China Europa mit dem Papiergeld konfrontiert; plant China, "social credit points" mit Yüen zu koppeln

- "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 Zahlreihen 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 electricer 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), ent-wertet 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.

- operiert Babbages Difference Engine mit Differenzen von Symbolen; basiert Raimundus Lullus' *Ars magna* auf 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

- Medienbegriffe differenzieren; rechnendes Medium erst der Computer; berechnete "Medien" induktiven Felder, Rundfunkfrequenzen; Maschinen zwar technisch, doch nicht hochtechnisch; stellen Symbolschriften (Zahlwerk, Alphabete) eher Kulturtechniken denn Medien im Sinne jenes elektronisch eskalierten Begriffs dar, der mit McLuhan diskursmächtig geworden ist

- ist ein Moment der "Singularität" (Kurzweil) erreicht, wenn sich Programmablauf - je nach externer Datenlage - nicht mehr schlicht nach einer vorprogrammierten Vorschrift, sondern nach eigener Einsicht selbst umprogrammiert; kommt Intelligenz auf ihren technischen Begriff

- 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) Buchstabensymbole zu (großgeschriebene 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 gleichbedeutend 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 Maschine 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; geht das elektromagnetische Relais in der Telegraphie in seiner Materialität der *Umnutzung* als Mechanisierung der symbolischen Logik (Shannon 1937) voraus und verführt vielmehr den Technomathematiker respektive Logiker als "Ingenieur des Geistes" (Ganzhorn), in dieser Aktualität seiner Potenz genutzt zu werden: Affordanz von Seiten des *Technológos*; ebenso die Halbleitertechnik, von Ferdinand von Braun zunächst zur Demodulation elektromagnetischer Wellen entdeckt (und dann als Entdeckung im Detektorradio buchstäblich in-formiert). "Der Transistor arbeitet hier als Schalter. Dies ist also eine digitale Schaltung, während der Transistor im vorigen Versuch analog arbeitete, also mehr oder weniger Strom leiten konnte." = Burkhard Kainka, Begleitbuch zum Experimentierkasten: electronic digital, Stuttgart (Franckh-Kosmos), o. J., 11

- "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 Umschweiften 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

- Zählstisch privilegiert 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 Jahrhunderte früher schon getan hatte" = ebd. - *theoría*

Operative Mathematik im Mittelalter?

- radikale Entsprachlichung, Enttextlichung und Entbildlichung in kleinsten 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 Rechengänge, 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 bezeichnende 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 komplementäre 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 verschiedene 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 Innsbruck (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 vermittelt 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*) Differenz 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 Bedürfnisse 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 Mobiltelefonie (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 Hypertextes 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-Arabic-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 Übersetzung 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 schriftlichen 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 Zeichensystems 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 Anfangsbuchstabe 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-Chwarizmi's 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 wissenschaftsgeschichtliches, 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

- hat sich die elektrotechnische Intelligenz (Schaltplanentwurf, tatsächliche Verlötung) zur dynamischen Technomathematik hin verschoben

- 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 spätmittelalterliche 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 erkenntnistheoretischen 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 vorschreiben 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: $\Delta, \infty, \neq, \leq, \geq, \acute{u}, \sqrt{\quad}$; "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 Kondensator 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 Heinrich 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 zwifacher, 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 *operativen Schrift*, 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 exponentiell 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 Erkenntnisform 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 Rölller, 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" = Rölller 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 \langle Zeichen für "unendlich" \rangle 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 beschreiben, die in der Zeit ablaufen" = Rieger 2003: 51 - dies aber immerhin fast unverzüglich. Für die Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen eignet sich der Analogcomputer mit der Zeit als einziger Variable; kommen hingegen weitere Variablen hinzu, ist der Übergang zu partiellen Differentialgleichungen vonnöten; 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 Heinrich 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

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 Höltingen); 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 Integration ist der Kondensator; Intervallschachtelungsmethode auf symbolischer Ebene / Tafelebene; funktioniert anders, wenn es als Rechenprozeß in Maschinen implementiert 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 Mechanisierung (algorithmisch motiviert); Boolesche Logik

- Relaismaschine "war gewissermaßen von vornherein 'materialisierte Logik'" = Konrad Zuse, Die ersten programmgesteuerten 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

Die Vorgängigkeit des Techno-Mathematischen

- ist der Autor eines Algorithmus (auch im Sinne der Urheberschaftsgesetzgebung) nicht mehr nur menschlicher Natur im Sinne der *Technológos*-Hypothese, die für techno-mathematische Objekte statt von "Erfindungen" vielmehr von "Findungen" schreibt; ein gewisser Platonismusverdacht; scheint Turing mit "On Computable Numbers" indessen auf Seiten eines *operativen Zahlenplatonismus*

- ist die numerische und algorithmische *Berechenbarkeit* (*computability*, Turing 1937) als solche ein (rekursives) Indiz der ursprünglichen (Be-)Gründung der Zahl in Mechanismen der Zählung

LOCHKARTEN- UND RECHENMASCHINEN

- sonisches *computing*: Seminar "Rechentechnik von der antiken Wasseruhr bis zur selbstspielenden Geige (Schwerpunkt Musikautomaten)" (Ingolf Haedicke)

- wird die Leerstelle nicht mehr als ontologischer Mangel gesehen, sondern buchstäblich kalkulierbar; zur Null: Terrence William Deacon, *Calculating with absence*, in: ders., *Incomplete Nature. How mind emerged from matter*, New York / London (Norton) 1992

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. Petersburg 1832

Analytical Engine

- P. S. Kayce (ed.), Punched Cards and their Implementation, transl. from English, Moscow (Machgis)

- 1963; Babbage in St. Petersburg, ca. 1830; Treffen Kosakov rück(er)finden?

- beschreibt Babbage den Lochkartenspeicher seiner *Analytical Engine* noch als „library of its own“; demgegenüber für die von-Neumann-Architektur des Computers von einem Archiv 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

- beschreibt Tauschek 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" = Gustav Tauschek, Die Lochkartenbuchhaltungsmaschine meines Systems, Wien 1930, 8

- fand längst vertraute, in Jacquards Webstuhl und Babbages Analytical Machine bereits eingesetzte (oder zumindest konzipierte) Lochkarte in Hollerith-Maschine "ihre erstmalige faktisch-apparative Verwendung 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

- verleiht gegenüber archivischem Akzent auf Berücksichtigung der Provenienz, d. h. der Herkunftsordnung der Daten, 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 Pertinenzprinzip 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

- Kabbala-Hypothese, dass aus überlieferten Bibeltexten durch alphanumerische Symboloperationen ein ursprünglicher Schriftsinn auslesbar ist: Chiffrierparadigma; Semantik mit symbolischer Ordnung ursächlich verknüpft; Gegenlesart Lacan: der ursprüngliche Sinn selbst symbolisch gewürfelt

- 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 Wehrmachtsgespräche 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-)Konstruktors 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

- steht Statistik 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 Band *Ideenmaschine*, 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

- 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 ingenieurwissenschaftliche Aspekte integrieren; im Sinne dieser *arché* etwas *Grundsätzliches*, das Zusammenspiel von Mathematik, Wissen (*mathesis*) und Maschinen (respektive Medien), was an Karsakovs Ideenmaschinen ahistorisch aufscheint

- nennt Karsakov seinen Mechanismus "Ideen"maschine; erhält Baron Joseph Marie de Gerando 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

Ideenmaschinen (Karsakov, Babbage)

- beginnt Semen Karsakovs *Aperçu d'un procédé nouveau d'investigation au moyen de machines à comparer les idées* (St. Petersburg 1832) apodiktisch: "L'homme pense et ses actions sont machinales." Sprache und Schrift "ne sont que des opérations mécaniques de l'intelligence"; insistiert Karsakov 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, im Unterschied zu Hegel, der den abstrakten Verstand präferiert

- unterscheidet Karsakovs Maschine vom künftigen "general-purpose computer" ein buchstäblich programmatisches Kriterium, welches 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)

Medientheorie konkret: die Maschine bauen

- 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) ungebraute 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 Karsakovs 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 Medientheorie mit dem Wort Theater seit frühgriechischen Zeiten die Verschränkung von Anschaulichkeit und praktizierender Erkenntnis gemein; Prinzip von Medientheater, technische Medien nicht nur wissenschaftlich 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 Nicolaievitch 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. Petersburg 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). Karsakov 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 Karsakov hin zu Karsakov korrigiert; Aussprache im Russischen: unbetontes O wie A ausgesprochen

- Google fragt, wenn Suchbegriff "Karsakov" 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 Medikation, 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 "Karsakov" 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, Karsakov 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 Mechanisierbarkeit von Gedanken(fluß) gelegt. Sprache (phonetisch, als Retro-Effekt des Alphabets!) und Schrift (parole, écriture) "ne sont 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 chiffres, 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 nous 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'écriture, 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 komplexen Idee auszudrücken" und "durch mechanische Mittel diese materiellen Zeichen in Kontakt mit anderen analogen Zeichen zu bringen, die gleichermaßen die Details einer großen Zahl anderer komplexer Ideen darstellen", und durch "den Widerstand und das individuelle Gewicht dieser materiellen Zeichen erlange ich die gesuchten intellektuellen Resultate"; bedarf es eines vorgefertigten 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 selben Moment "nur zwei Objekte umfassen, und wenn wir unsere Aufmerksamkeit auf eine größere Zahl richten, müssen wir auf sukzessive Vergleichen zurückgreifen"; Karsakovs Verfahren dagegen erlaubt die gleichzeitige Verarbeitung großer Detailmengen

- menschliches Gedächtnis zwar umfassend, aber nicht fehlerfrei, kann daher gelegentlich 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 Produkt einer mechanischen Operation ist, von determinierten Bedingungen und in ihren Effekteninvariabel, kann klarerweise keine Parteilichkeit diese Wahl modifizieren" und 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 Intuition 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 Karsakov 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)

- 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 Wissen 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 Rechengenäte (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 Karsakovs Antrag

- St. Petersburg; hat Akustiker Chladni 1794 an der dortigen Akademie seine Experimente mit Klangfiguren und sein Klanginstrument *Euphon* vorgeführt. J. Wischnegradski lehrt in St. Petersburg Ingenieurwesen 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. Petersburg Commission "misses 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 Jacquard bis zu Babbage" = Klotz 1999: 242 als Syntax des Prozeduralen

- praktische Ausführung des Ideen 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 Rechenvorgänge mit der physikalischen Welt selbst: Analogcomputer

- 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: Régis 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; (elektro-)technische Schaltungen (Verdrahtungen) nicht-diskursiv, nicht verhandelbar verfaßt - kleinste Unschärfen, und schon läuft nichts, empfängt kein Radio; insofern Schaltpläne keine Texte, sondern Diagramme, dem Blockschema der Programmierung näher denn einer Rede. Aber was durch eine elektrische Schaltung fließt, ist Strom - mit Lacan die "Fee Elektrizität", englisch *current*, die andere Seite des Wortbegriffs *Diskurs*; Ordnung der Schaltelemente ist eine symbolische, hier der Logik näher

- die graphische Darstellung der Wechselstromgrößen (Zeigerschaubild) = Otto Müller, Einführung in die symbolische Methode der Wechselstromtechnik (Die komplexe Vektorrechnung), Leipzig (Fachbuchverlag) 1951, 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 symbolischen 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 Amateur-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

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

- liegt das Wesen des Algorithmus in seiner unabdingbaren Verzeitlichung (also im Operativen): "treat time as discrete" (Turing, State of the Art); demgegenüber die Idealisierung des "Digitalen" in der binären Informationseinheit: "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 Synchronzeit - hergestellt werden muß

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

- 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

Formelsprache des Denkens

- 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 demzufolge 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

Schaltalgebra

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

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

- thematisiert Begriff vom "kybernetischen Opfer" 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

- Verschlusmechanismen 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 demgegenüber 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 Booleschen 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*, Aufschieben des Abfalls, Verzeitlichung dieser Geste des Wegwerfens, Reversibilität

- Booklet zu einem frühen Nokia-Mobiltelefon 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 aktuellen Prozessierung (Registratur im Amtsdeutsch von Akten in Verwaltung bei Behörden), sondern neben der (Alt-)Registratur; Begriff der "Altregistratur" archivwissenschaftlich umstritten, oszilliert zwischen aktueller 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 Rechanlagen 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 Ermöglichungsbedingung 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; vokalphabetische Analyse poetischer 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 Raymond Lulls

Ramon Lull

- verfaßt Ramon Llull 1308 seine *Ars brevis* als Kurzversion der *Ars generalis ultima*; Lulls *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 eigentliches 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

- Lulls 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 Entwurf 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 aufgeschrieben. schmalere Scheibe rotiert um dasselbe Zentrum; eine Verdopplung der festen Scheibe. Damit alle Kombinationen 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 (University of Michigan Press) 1989: 327; epistemologische Bedingung für die Denkbarkeit dieses Modells Atomistik (Demokrit), 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 Kommunikation Medien*, 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 Bewegungsformen 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

- über 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)

- hat Jeremy Bentham in *Rationale of Evidence* zwischen 1802 und 1812 ein symbolisches Verfahren operativer Diagrammatik entwickelt; setzen Operatoren die Gleichungen in Vollzug: "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 them by inserting different constants, is then a comparatively easy process, capable of being regulated by simple general rules" = Bentham, paraphrasiert von Stephen, *The English Utilitarians*, vol. 1, p. 272, zitiert hier nach Jon Agar, *The Government Machine. A Revolutionary History of the Computer*, Cambridge, Mass. / London (M.I.T. Press) 2003, 445 (Fussnote 103); gegenüber solche materievergessener Reduktion eines Mechanismus auf die symbolische Maschine Karl Marx: "Schneidet man in eine Maschine, kommt das Blut der Arbeiter dabei heraus" = xxx

- 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 Buchstaben in Klartexten aus, um sie mit den Buchstabenhäufigkeiten im Kryptogramm zu vergleichen; "übertrug das elementare Prinzip von Gutenbergs Setzerkästen, die ja für häufige Buchstaben mehr Bleilettern als für seltene bereitstellen müssen und insofern immer schon Letternfrequenzanalysen sind" = Friedrich Kittler, *Buch und Perspektive*, in: Joachim Knappe / Hermann-

Arndt Riethmüller (Hg.), Perspektiven der Buch- und Kommunikationsgeschichte, Tübingen (Osiander) 2000, 19-31 (21); konstruiert Alberti vielmehr zwei konzentrische Ringe, die beide mit unterschiedlich verwürfelten alphabeten beschriftet 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 basieren, 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 reasoning 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 Rechenmaschine, 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 or geometrical analysis 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 Arithmetic and Geometry. For all

inquiries which depend on reasoning would be performed by the transposition of characters 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" - Turing's "Papiermaschine" -, "we should soon settle the question" = Leibniz (1679/1977: 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 telescopes as reason is superior to vision" = Leibniz 1679/1977: 396; zitiert nach Alice R. Burks / Arthur W. Burks, *The First Electronic Computer. The Atanasoff Story*, Ann Arbor (University 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 soi-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 ne peuvent être présentes à l'esprit 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 médiante, ou par le moyen d'un signe. [...] Donc penser doit signifier la présence médiante 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 41907, 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 Karsakovs 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; eskaliert 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 elektromechanische 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 Babbages "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 (unkorruptiert 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, festgelegt; 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 Reparatur-Bits; "bemerkt" Betriebssystem dies nicht unbedingt; kein technologisches (Selbst-)Bewusstsein?

George Boole

- veröffentlicht nach Hegels und Karsakovs Tod Mathematiker und Physiker Boole 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. Peirces "existential graph"; Wolfgang Schäffner, *Electric Graphs*. Charles Sanders Peirce 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 (University 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 nützlichen als 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 Miniszeneen 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 stanzt er selbst in mühsamer, alter Handwerksmanier in die Papierrollen. 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

- Computergeschichte nonlinear schreiben: Ralf Bülow, Three Inventors. Scenes from Early German Computing History, in: *Annals of the History of Computing*, Bd. 12, Heft 2 (1990), 109-126 hat Ralf Bülow das Schilling-Patent bereits in seiner Singularität im Kolloquium vorgestellt; setzt dieser frühe Text diesen Programmier-Mechanismus in einen Zusammenhang, medienarchäologisch *avant*

la lettre; Hinweis auf Francisco Campos, der offenbar einen sehr frühen (Bülow meint: ersten) diskreten maschinellen Massenspeicher erfunden hat; ist die in der Trennung von Harvard-Architektur in der Campos-Maschine (Trennung von gelochter Daten- und Anweisungsspur) gegenüber der zentralen Idee der "stored program" Architektur von Neumanns natürlich weniger aufregend (im Sinne "zeitkritischer Medien") und genau das, was Babbages Konzept der Analytical Engine von seiner Difference Engine unterscheidet (zumindest in einem spekulativen Ansatz Babbages, über die konkrete Realisierung hinaus)

- benutzt Bülow im Abstract den Begriff der "parts of independent technological traditions" - demgegenüber die chemische "Titration" als Modell für *media-scientific* Verfahren der Technikanalyse; Bülows Text "auch deshalb so interessant, weil Bülow die Nichtberücksichtigung solcher Erfindungen in der Computergeschichte durch einen eigenen theoretischen Ansatz zu erklären versucht: Traditionslinien. Am Ende des Textes sind diese Traditionslinien Protoformen von diskurs- und medienarchäologischen Denkfiguren" = elektronische Kommunikation Stefan Höltgen, 6. Mai 2021; bringt Dissertation Kroier die Bülowschen "Verzweigungen" anhand von Audiotechniken auf den soziologischen Begriff: "path-dependency" - allemal Alternativen zur narrativ-linearen Technikgeschichtsschreibung.

- weil Maschine nicht menschenorientierte Vokalalphabetschrift liest, muß sich ihre Beschriftung nach der Maschinenlogik richten: also "punched transcripts" der ehemaligen "written cards" (Hollerith); Karten gleiten durch den "Kontakt-Apparat", wobei Stromkreise dabei geschlossen oder geöffnet werden und damit jeweils Zählwerke und Sortierfächer angesprochen werden. "Weil aber zudem eine Relais-Anlage zwischen das *circuit-closing device* einerseits, die *counters* und den *sorting mechanism* andererseits geschaltet ist, gilt dasselbe nicht nur für jedes einzelne Erhebungsmerkmal oder Lochkartenloch, sondern auch für alle möglichen Merkmalskombinationen. [...] Durch die Variierbarkeit ihrer Schaltungen 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

BERECHENBARKEIT, COMPUTER UND *COMPUTING*

Rechnen und Denken als symbolischer Mechanismus

- ist der "Computer" gerade nicht (die anekdotische Variante) von zumeist weiblichen Rechenknechten in amerikanischen Grossraumbüros um 1900 abgeleitet, sondern von der mechanischen Antwort auf ein metamathematisches Problem, an dem die Turingmaschine gerade scheitert: von *computable numbers* (Turing 1936/37)

- Denken nicht länger exklusiv als "eigen" betrachten, sondern vielmehr als automatischen Mechanismus ("a-mechanism", Turing 1937); Schreiben und Lektüren als Praktiken der automatisierten Kodierung und Dekodierung von Symbolketten; das händische Zerschneiden / textprozessierende *cut and paste* als kognitive, komputierende Operation anerkennen

- Medienmathematik als symbolische Alternative zum lösend-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, Amateuerteknik. Formeln, Diagramme, Anwendungsbeispiele, Berlin (Militärverlag) 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)

- "Okkhamsches Messer" der radikalen Medienarchäologie: entfällt der vortechnologische (oder schlicht kulturtechnische) Teil (etwa altmesopotamische Tontafel mit mathematischer Keilschriftnotation), um mit den eigentlichen "Rechentafeln" zu beginnen, wo die (noch händische) Operation prinzipiell äquivalent zur Mechanisierbarkeit wird

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?

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 Wahrscheinlichkeitsrechnung wahrnehmbar wird. Bullochs Installationen machen sinnlich nachvollziehbar, „wie aus einer numerisch relativ einfachen Farbsequenz komplexe Erklärungsmuster über die wahrgenommene Wirklichkeit entstehen“ <ebd.>

- Bulloch macht es offenbar: *theoria* wandert vom Visuellen zur Zahl. So bewegt uns die digitale Medienkultur, insofern wir sie als höchst positives Apriori, nämlich zugleich techno-und logisches Gesetz des Sagbaren begreifen, tatsächlich in eine Epoche jenseits von

Immanuel Kant, der ja in der 1. Einleitung seiner *Kritik der Urteilskraft* noch behauptet hatte, eine „allgemeine Zeitlehre gibt nicht so wie die reine Raumlehre (Geometrie) genügsamen Stoff zu einer ganzen Wissenschaft her“ <zitiert nach Georgiades 1985: 273>. Die vom altgriechischen *nous*, also kognitiv bemerkte „Zeit kippt ja in Zahlen um“, in Arithmetik <ebd.: 272>, und damit machen die digitalen Medien eine genuine Zeitmedienwissenschaft möglich

- beschreibt Objektreihe im Computermuseum HNF Paderborn den Weg von ersten diskreten Schriftsymbolen (alles andere als Handschrift, vielmehr mathematische Zählmarken aus Ton, mithin die ersten Datenträger der Welt, vor allen Münzen schon eingeschlossen und mit Zeichen für den Inhalt versehen, versiegelt - 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; meint Flusser zufolge 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; kommt erst im Strom des linearen Schreibens / Lesens die Botschaft zustande; der alphabetische Code nahezu 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 ermöglicht 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 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

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 Koprpresenz 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

- die Mediumvorgänge in Babbages mechanischem Computer um 1830 in ihren Taktraten durchaus nicht zeitkritisch; ist demgegenüber das zeitkritische Gelingen für Bildereignisse als Fernsehen um 1930 medienarchäologisch essentiell; steht dazwischen schiere Elektronik

- entwirft Babbage zwei Rechenmaschinen auf Basis von Dezimalarithmetik, die *Difference Machine* (1823) und die *Analytical Engine* (1834) - beide niemals fertiggestellt, geschuldet nicht Entwurfsfehlern, sondern der mangelnden Präzision von 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 (Pronys französische Rechenwerke). An Stelle symbolischer Ausdrücke im Speichermedium Buch tritt die aktuelle Neuerrechnung von Seiten 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"

Der Unterschied, den die *Analytical Engine* zur *Difference Engine* macht

- 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

- 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 Britain 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)

- formuliert Babbage höchstselbst es 1838: "In substituting mechanism for the performance of operations hitherto executed by intellectual labour, [...] the analogy between these acts 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

- dient ein Gedanke in Babbages Notizbüchern "of making an engine work out *algebraic* developments" der Mechanisierung von Mathematik - als Abstraktion der bisherigen Rechenmaschinen; 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. engine 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.

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.

Zur Metaphorik der Computer-Gehirn-Analogie

- "ultraschnelle Rechenmaschine, so wie sie abhängig war von aufeinanderfolgenden Schaltern", erinnert sich Norbert Wiener, fungiert als "ideales Modell der sich aus dem Nervensystem ergebenden Probleme" in der heroischen Phase der Kybernetik: "Der alles-oder-nichts-Charakter der Neuronenentladung ist völlig analog zur Auswahl einer binären Ziffer [...]. Die Synapse ist nichts als ein Mechanismus, der bestimmt, ob eine gewisse Kombination von Ausgängen von anderen Elementen ein ausreichender Anreiz für das Entladen des nächsten Elementes ist oder nicht" = 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

- führt die extreme Verflachung von Laptops zur Angleichung an die ursprüngliche "Papiermaschine" (Turing); wird damit als zweite Haut sensorisch dem Körper selbst anpassbar; Dissertation Peter Koval, *Das Rechnen mit dem Rechnen. Eine Halbleitergeschichte des Moore'schen Gesetzes*, Berlin (HU), 2013; schlägt diese Anpassung indessen zu einem Perspektiv- respektive Paradigmenwechsel um: Oberflächen selbst als "selbstrechnend" begreifen, im Sinne von biochemischem und physikalischem Analogcomputing; "rechnet" der Analogcomputer indessen nicht
- finden elektronische Fernsehbilder, die vor einem halben Jahrhundert mit monströsen Bandmaschinen aufgezeichnet und wiedergegeben wurden, heute Platz auf einem Memory-Stick. Diesen zu aktivieren brauchte es zwar keine Ampex mehr, aber doch noch unvordenklich und unabdingbar materielles elektronisches Gerät
- schußfähiger Radiosender und -empfänger: Annäherungszünder
- verweist Mara Mills 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

- $10^{\text{hoch}} \text{minus } 32$ als unterste Grenze von Schaltungsgeschwindigkeit

- Zeitzünder im 1. Weltkrieg als konkreteste Form der Bergsonschen *durée* (Wolfgang Schäffner)

- "eine Halbleitergeschichte" im Sinne von Rekursivität, wie sie in der Transistorschaltung selbst angelegt ist? im Sinne von Simondon und Latours "non-human agencies" (Aktanten) - in Moore's Law etwas am Werk, das sich der technikökonomischen Historisierung entzieht

- Kolmogorov-Komplexität: Steigerung von Komplexität einerseits Hardwarefrage, andererseits mathematische Intelligenz

- materialisiert sich die Welt des Symbolischen (kartesische *res cogitans*) in der *res extensa* des Operativen

Computerarchäologie: Die Anonymisierung der Hardware

- operiert Datenverarbeitung auf Basis "nicht von Sprachen, sondern von Algorithmen und zeitigt deshalb Effekte, die keine Rede - auch meine nicht - 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 apparativen (dispositiven), mathematischen und elektronischen Bedingungen hin zu durchschauen / transparent zu machen. Offengelegt wird damit jene mikrotemporale Ebene, auf der Dinge von Medien registriert werden - ob dies nun von Menschen bemerkt wird oder nicht, ein nicht-phänomenologischer Ansatz

- sog. Hybrid-Systeme, d. h. die Verbindungen analoger und digitaler Komponenten. "Ab Mitte der sechziger Jahre wurden die ersten integrierten Schaltungen industriell gefertigt. Seitdem ist die technologische Weiterentwicklung der Hardware vor allem gekennzeichnet durch ständige Erhöhung der Packungsdichte der Schaltelemente und durch die Verringerung der Signallaufzeiten zwischen den Elementen. Trotz der riesigen Geschwindigkeit von 300.000 Km/sek, überbrücken die Signale nicht mehr als 30 Zentimeter in einer Nanosekunde. Für eine immer weiter fortschreitende Geschwindigkeitssteigerung ist es deshalb nötig, immer kompaktere Chips zu bauen. Inzwischen finden ca. 20.000 Transistoren auf einem Punkt von der Größe eines Fliegendrecks Platz. [...] Konzeptionelle Entscheidungen, z.B. zentraler Takt, Binärsystem, Zerlegung in logische und räumliche Einheiten (Speicher, Zentraleinheit, etc.) wurden nicht zuletzt deshalb getroffen, weil sie geeignet waren, ingenieurtechnische Probleme in den Griff zu bekommen und komplexe Systemeinheiten zu organisieren. [...] Derzeit sind wir als Informatiker der "black box" mehr ausgeliefert, als es die Entwickler und Benutzer der vergleichsweise umständlichen und unzuverlässigen Analogsysteme jemals waren. Der einzige Weg, mit dem Inneren der Maschine in Verbindung zu treten, sind Bildschirm und Tastatur. Wir haben im Grunde nicht einmal die Möglichkeit zu überprüfen, ob die Angaben des Herstellers stimmen. Wir können die Maschine nach ihrer Konfiguration und anderen Leistungsgrößen fragen, aber die Antwort könnte genausogut gelogen sein. Die Software war noch nie zum Anfassen, nun ist es auch die Hardware nicht mehr" = Georg Fleischmann, Hardware-Einfalt: Von der verlorengegangenen Kunst, Computer zu bauen, in: Lab. Jahrbuch 1996/97 der KHM, Köln 1997

- Kontrast zwischen der Wort-Kontext-Suche in den Digital Humanities (am Beispiel von Kant-Texten) als Reisen durch

Benutzeroberflächen und FAKs radikal-archäologische Reduktion der Computerästhetik auf die *aisthesis* von Basisprogrammieren

- gerade im Kunstkontext auf die archäologische Seite der Bildverarbeitung hinweisen, methodisch. Semantisch soll komplementär zu schnell gestrickten Medientheorien die archäologische Tiefenbohrung in themenverwandte Repositorien im Archiv der Vergangenheit stehen, als kontrapunktisches Feedback, als Aufhalten (*donner le temps*)

(Daten)Archäologie konkret

- Medienarchäologie "down to the algorithm"; Affinität Archäologie / Datenverarbeitung

- "Datenverarbeitungsanlagen und Magnetometer sind [...] oft wichtigere Werkzeuge als der Spaten. Neue Datierungstechniken, die auf einem Inventar von biologischen, physikalischen, chemischen und mathematische Verfahren beruhen, erschließen überraschende Dimensionen der Vorzeit. [...] Die Masse kaum mehr übersehbarer neuer Fundmaterialien [...] läßt sich fast nicht mehr ordnen, verarbeiten und interpretieren; allzu leicht wird sie in Magazinen erneut begraben. Das führte notwendig zu dem Versuch, Verfahren und Geräte der elektronischen Datenverarbeitung zu ihrer Erfassung, Speicherung und Auswertung einzusetzen" = Franz Georg Maier, *Neue Wege in die alte Welt. Methoden der modernen Archäologie*, Hamburg (Hoffmann & Campe) 1977, 42

- Wolfgang Schodel, "Wie knackt man einen Code? In Kleinasien 'gräbt der Rechner aus' - und entschlüsselt natürlich", in: *DUZ* 5/1989, 19-22, über die epigraphische und ikonographische Quellen sichernde Forschungsstelle ASIA MINOR im Seminar für Alte Geschichte der Westfälischen-Wilhelms-Universität Münster

- Jenseits der historischen Imagination hält sich *machine reasoning* an das Vorgefundene = M. J. Doran, "Archaeological reasoning and machine reasoning", in: J.-C. Gardin (Hg.), *Archéologie et Calculateurs*, Paris (Éditions du CNRS) 1970, S. 57-69 ; diese Archäologie keine Geschichte antiker Techniken mehr, sondern *science*, eine exakte Wissenschaft, *mathesis*. "Archaeology, relieved of the passion for objects (from antiquities and works of art to museum pieces) needs to seek, record, consult, process, reconstruct the truncated and distorted information" = 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 Original; werden im "Remix" gerade alte Rechner zu hybriden Nutzungen der heutigen Computerwelt aufgerüstet, retro-aktive Medienarchäologie; auch museums-konservatorisch beste Form der Bewahrung antiker technischer Artefakte (im Unterschied zu klassischen Kunstwerken) Wiederinvolzugsetzung. "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: zeitinvariant; Problem: Inkompatibilität früherer Monitore (Bildsynchronisation) / moderne Emulatoren; "historische" Anmutung abgeleitet aus Peripherie, wie früher die Einkleidung der Radioapparaturen; quer dazu die Turingmaschine als solche

- gehen tagtäglich Bits verloren (Lange) - aber nicht auf elektromagnetischen Speichern / Ferritkern

- Urheberrecht gegenüber Computerspielmuseum: teilweise "verwaiste Werke"; ansonsten: 70 Jahre warten. Oder Nutzergebühren erheben / an Autoren zuweisen (IP-Holder)

- museologischer Primat: Hardware soll so erhalten bleiben, wie als Schenkung erhalten; d. h.: Computer in Vitrine stellen (Kudraß, DTMB). Früher noch gruppenweise Einblick in Funktionsweisen. Prinzipiell vorführbar, aber Veteranen treten ab. Ersatzweise: Filme zeigen, und/oder Emulatoren. Archivierung als Artefakt steht in Asymmetrie zum Wesen des Computers als operativem; Lösung: Emulatoren. An Z1(Nachbau) hat sich ein Blech verhakt. Höltgen: Z1 im DTMB selbst ein "Emulator", weil *nachgebaut* von Konrad Zuse

VCF Berlin 2015

- Vintage Computing 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?](http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=A53J5pQhYqc)

[feature=player_embedded&v=A53J5pQhYqc](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>

Ursprung des "blinking cursor" als dynamisches Interface-Element gegenüber dem User

- Sarah Wells, "History of the Blinking Curso<r>" = web site

"Inverse", entry March 12, 2021,

<https://www.inverse.com/innovation/blinking-cursor-history>, Abruf 10.

Januar 2022; darin interessanter Bezug zu Buchdruck mit

beweglichen Lettern und Typographie (McLuhans "Gutenberg-

Galaxis"). Was diese Story von radikal medienarchäologischer

Analyse unterscheidet (und nur am Ende in der "Editor's note"

aufscheint), ist allerdings die fehlende technische Erdung: Was geht

im Prozessor vor, damit der Cursor erscheint (gleich Interrupt) ?

Informatik als "die Ingenieurwissenschaft des Geistes" (Ganzhorn)

- steht am Ende der Emails von Stefan Höltgen ein Zitat Karl

Ganzhorns, welches die *Medienwissenschaft, die wir meinen*, immer

schon anspricht: "Informatik ist die Ingenieurwissenschaft des Geistes"¹.

[Im englischen "Summary" einer weiteren Veröffentlichung ist die Rede von "informatics" als "engineering science of intellectual thoughts". K. E. Ganzhorn, Informatik im Übergang [Festvortrag, Symposium anlässlich des 10jährigen Bestehens der Fakultät Informatik an der Universität Karlsruhe, 21. Oktober 1982[]], in: Informatik-Spektrum (1983) 6: 1-6 (1).]

- findet sich die programmatische Definition Ganzhorns aus dem Jahre 1982 in einer weiteren Schrift des gleichen Autors unter der Überschrift "Informatik als Ingenieurwissenschaft des Geistes" ausformuliert², bes.: "Die Arbeit des Informatikers bedeutet die Lösung vom Dinglichen, die / Handhabung formaler Objekte und Strukturen, sie besteht im Umgang mit Begriffen allein"³ - purer Technozentrismus (im Unterschied zur *Technológos*-Hypothese).]

Ganzhorn, seinerzeit bei der IBM Deutschland in Stuttgart angesiedelt, hat massiv dafür plädiert, die Informatik von ihren "strukturellen Prinzipien" her zu definieren und damit die "Computer Technik" eher von einer "auf Prinzipien aufgebauten Ingenieurwissenschaft" her zu verstehen⁴ - hier nahe dem Wortsinn der *arché* im Begriff der Medienarchäologie. Dieser Ansatz entkoppelt die Informatik für einen Moment von ihrer engen Anbindung an den Computer und fragt vielmehr, "ob nicht der Computer nur eines von vielleicht mehreren Werkzeugen ist, dessen

¹ Die Ganzhorn-Definition wird unter der Jahresangabe "1982" zitiert (ohne bibliographischen Nachweis, aber im Sinne der maschinellen Buchstabenerkennung des Perzeptron als als "Ganzhorn" genannt) von Werner Zorn, Über den unscharfen Gebrauch von Grundbegriffen in der Informatik, in: J. v. Knop / W. Haverkamp / E. Jessen (Hg.), "Heute schon das Morgen sehen", 19. DFN-Arbeitstagung über Kommunikationsnetze in Düsseldorf, Bonn (Gesellschaft für Informatik e. V.) 2005, 13-37 (14). Die wahrscheinliche Quelle lautet: K. E. Ganzhorn, Informatik im Übergang [Festvortrag, Symposium anlässlich des 10jährigen Bestehens der Fakultät Informatik an der Universität Karlsruhe, 21. Oktober 1982], in: Informatik-Spektrum, Bd. 6 (1983), 1-6

² Karl Ganzhorn, 75 Jahre IBM Deutschland in der Informationstechnik, in: W. E. Proebster (Hg.), Datentechnik im Wandel. 75 Jahre IBM Deutschland, Berlin et al. (Springer) 1986, 23-48, Kapitel 8.2 (45 f.)

³ Ganzhorn 1986: 45 f.

⁴ K. Ganzhorn, Prinzipien in Rechnerstrukturen, in: Elektronische Rechenanlagen, Bd. 15, Heft 6 (1973), 263-269 (Abstract)

sich eine Informationswissenschaft der Zukunft bedient."⁵ Diese Zukunft ist inzwischen angekommen und heißt techniknahe Medienwissenschaft respektive *media science*.

Hardwarenah ausbilden? Informatik vs. Medienpädagogik

- frohe Botschaft medienarchäologischen *Durcharbeitens*: "Die reverse-engineering-Aktivitäten von visual6502.org haben Früchte getragen: Nachdem man dort den 8-Bit-Mikroprozessor MOS 6502 zuerst geöffnet, die Schichten fotografiert und das Ganze dann als Javascript-Simulation nachprogrammiert (sogar mit der Möglichkeit, Code laufen zu lassen und die Signalverläufe in den Schichten zu visualisieren" = <http://visual6502.org/JSSim/index.html>; ausgehend von dieser Software-Abbildung des Prozessors eine diskrete CPU mit Transistoren bauen: <http://tubetime.us/?p=346>; nicht nur medienepistemologisch von Interesse, "auch ein erster Schritt von *hardware preservation*, die nicht mehr nur konservierend sondern konstruierend bewahrt" (Stefan Höltgen, Mai 2016)

- frühe didaktische modulare Programmiersprachen wie ELAN (Werte vorbelegen, rechnen, ausgeben); bereits Gabelung: hard- oder softwarenah ausbilden? 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

⁵ Ganzhorn 1973: 263

- automatisierte, mit Stapeln sortierter Lochkarten vollzogene Rechnungen in Charles Babbages Entwurf einer *Analytical Engine* zeitinvariant: "Each set of cards made for any formula will at any future time recalculate that formula with whatever constants may be required. Thus the Analytical Engine will possess a library of its own. Every set of cards once made will at any future time reproduce the calculations for which it was first arranged" = Charles Babbage, *Passages from the Life of a Philosopher*, London 1864, 119

- Eigenart 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; eskalieren 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

Komputistik / Informatik als Naturwissenschaft

- hat die (Er-)Findung des universellen Computers einerseits "für die Naturwissenschaft insgesamt eine völlig neue Welt" der Simulationen eröffnet; darin "zugleich eine neue Naturwissenschaft entstanden [...], die vor allem von der Künstlichen Intelligenz (KI) als Disziplin repräsentiert wird"= Vortrag Wolfgang Bibel (Professor emeritus für *Intellektik* am Fachbereich Informatik der Technischen Universität Darmstadt), *Komputer kreiert Wissenschaft*, Tagung *Was war Künstliche Intelligenz?*, HUB 13.-15. Mai 2022, *abstract*; Veröffentlichung in: *InformatikSpektrum* 45, Heft 3 / 2022

- definiert Simon Artificial Intelligence als "science of the artificial"

x von daher: auch für eine am *computing* orientierte Medienwissenschaft Selbstverständnis als *media science*; in letzter Konsequenz auch *computing* nicht primär Metamathematik (Logik), sondern immer schon / *unvordenklich* "Natur" (*physis*); vermutet *Technológos*-Hypothese den Logos bereits in Materie / Energie

- Algorithmus als "automatisches" - und damit anthropofugales - Beweisen; "Computer mit Church / Turing "berechenbare Funktion", werden zur Funktion indessen als Operation *in* Materie / *als* energetische Prozedur

- "Intellektik" als Bezeichnung für eine Intelligenzforschung, "welche sich umfassend nur mit Computern experimentell überprüfen lässt" = Bibel ebd.

AHISTORIZITÄT DER MATHEMATIK

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 repräsentierbar ist" =

Leonard Euler, *De la propagation du son*, xxx, 430; $\lim. \Delta t \rightarrow 0$. "Das Intervall strebt hier gegen Null (als Limeswert *lim*). Aus der (scheinbar) kontinuierlichen Bewegung wird hier ein Moment herausgeschnitten, der nicht mehr nur ein zeitlicher Moment ist, sondern auch ein epistemisches Moment: ein Moment, "der nicht transitorisch gedacht werden kann [...] sondern vielmehr Funke, stroboskopischer Lichtblitz, der die Bewegung für einen Augenblick einfriert" = Siegert 2003: 220, unter Anspielung auf Lessing 1766; ergänzend: erste Bewegungen, die durch mit Wechselstromfunken erzeugtes Stroboskoplicht beobachtet wurden, schwingende Saiten.

- überträgt Vladimir Bonacic das hypothesengeleitete "heuristic programming" des Menschen auf den Digitalcomputer, der bislang unerkannte Muster graphisch darzustellen erlaubt, die im Handrechnen kaum identifizierbar waren: "One discovers unknown logic and laws, and results unobtainable through classical mathematical analysis appear" = 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 *Erfindungen* kulturellen Wissens, vielmehr um *Findungen* des latent bereits Vorliegenden durch kulturelle Technik (in diesem Fall der Digitalcomputer) - technologische *aletheía*, in der dialektischen Entbergung des Natürlichen (*physis*) durch eine kulturell angeeignete, damit reflektierte zweite Natur (Technologien). Letztere nähert sich der primären Natur in zunehmender Adaption. "The new media are not bridges between man and nature: they are nature" = 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; Chronographie-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 definition in terms of what it *does*: as [e. g.] *force* is classically defined in terms of the acceleration which it causes or could cause)" - ein Mediendrama. "The effect of information is a *change* in a representational construct" = ebd., 514

- wird mit komputierenden Medien Zeit selbst als gezählte implementiert

- 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 Boolescher Logik zu Shannons Schaltalgebra; kommt das ins Spiel, was in der Elektrophysik die Unbestimmtheitszone zwischen zwei eindeutig symbolisch definierten Spannungszustände ist: "Die klassische zweiwertige Logik kann mit Paradoxien nicht operieren, da sie mit den beiden zur Verfügung stehenden Werten (wahr und falsch) nichts anders ausdrücken kann. Spencer Brown löst dieses Problem in seinem Kalkül über die Einführung des Beobachters. In dessen Wahrnehmung oszilliert eine Paradoxie ständig zwischen wahr und falsch. Diese Oszillation ist ein zeitliches Phänomen. Über die Einführung von Zeit kann Spencer Brown mit diesem dritten Zustand umgehen" = Motje Wolf, *SPRACH/RAUM. Zur Musique Anecdote* 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 ("Gezeiten"): 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 chiasmatischen Konstruktion des *new historicism*: in der Literaturwissenschaft: die Historizität von Texten einerseits / die Textualität der Historie andererseits; Struktur und Kontingenz. Kleinste Innovationen und Verschiebungen auf Signifikantenebene triggern hier epochale epistemologische Diskontinuitäten - etwa die Einführung der Ziffer „Null“ sowie die abendländische Übernahme des indischen Stellenwertsystems über den Umweg Arabiens - eine in der Tat symbolische Maschine, die zum 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 *zeitinvariant* 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 *Wiederinstanziierung* des primären Experiments, eine Aufhebung der historischen Zeit zugunsten einer Gleichursprünglichkeit

- fragt sich Immanuel Kant, "ob eine *Geschichte* der Philosophie mathematisch abgefaßt werden könne" = zitiert in Ebeling / Altekamp (Hg.) xxx, 33 f.

- "A human [...] can even abstract itself from itself and take into account only its rules / of processing, as in logic and mathematics. The opposite limit of this symbolic recursiveness resides in the necessity by which it is bound [...] at the same time to maintain regulations that guarantee its survival in any environment whatsoever" = Jean-François Lyotard, *Can Thought go in without a Body?*, in: ders., *The Inhuman. Reflections on Time* [*L'Inhumain: 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 unerkant blieb

- Gerade weil die Mathematik in einem un-zeitgemäßen Verhältnis zur Historie steht, manifestiert sich ihr operatives Stattfinden zuweilen buchstäblich unter der Hand: "Ein neues Symbol einzuführen, heißt, wenn man einen Buchstaben auf ein Papier setzt, das Zerreißen, die Loslösung des semantischen Feldes, das der Träger des neuen Akteurs sein wird, zu begünstigen, und somit das mental Vorgehen von der lästigen Gegenwart, die es hemmt, zu befreien" = René Thom, De L'icone au Symbole, in: Cahiers Internationaux du Symbolisme, 22/23 (1973), 85-106; zugleich Kapitel XI in: Modèles mathématiques de la morphogénèse, 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. Umriss 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.

- weitere Exzerpte aus Spenglers Werk durch Klaus in Form eines Typoskripts (paginiert 19 ff.); Auszug Spengler: "Es gibt mehrere Zahlenwelten, weil es mehrere Kulturen gibt. [...] Was wir Geschichte der Mathematik nennen, vermeintlich die fortschreitende Verwirklichung eines einzigen und unveränderlichen Ideals, ist in der Tat, sobald man das täuschende Bild der historischen Oberfläche beseitigt, eine Mehrzahl in sich geschlossener, unabhängiger Entwicklungen, eine wiederholte Geburt neuer, ein Aneignen, Umbilden und Abstreifen fremder Formenwelten" = Oswald Spengler, *Der Untergang des Abendlandes. Umriss 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 mächtig sind. Tatsächlich kennzeichnet Gleichursprünglichkeit das Wesen mathematischen Wissens; auch nach Katastrophen der Wissensüberlieferung bringt sich (techno-)mathematisches Wissen naturnotwendig wieder hervor, anders als das negetropisch akkumulierte kulturelle Wissen

- Biograph Norbert Wieners nimmt eine zentrale Behauptung der Kybernetik ("signal = message + noise") auf, deutet dies jedoch nicht hinsichtlich der Überlieferung von "historischem" Wissen über/von Wiener aus dem Archiv (im Sinne von Arnold Eschs Begriff der Überlieferungschancen), sondern verstrickt sich im internen historischen Diskurs, wenn ermahnt wird, "emotive Wiener-noise" - namentlich seine problematischen Anekdoten - doch bitte von der "Wiener-message" zu trennen (beides zusammen ergibt allerdings "Wiener is the signal") = P. R. Masani, Norbert Wiener: 1894-1964, Basel / Boston / Berlin (Birkhäuser) 1990, 14

- gilt für technisches, logisches, mathematisches Wissen, das sich seit der altgriechischen Antike übermittelt, bis hin zu Wiederauflagen heute: Es steht in einem gestauchten Zeitverhältnis zur diachronen, entropischen Zeit der Historie. Nicht reduzierbar auf den reinen Akt des Lesens-als-Aktivierung (Vergegenwärtigung) wie in jedem elektrotechnischen Prozeß des Abspielens von Musik, noch faßbar als tausendjähriger historischer Abstand, herrscht hier ein elliptisches Verhältnis von Ereignis- und Aneignungspunkt: Es hat zwar den gesamten Zeitraum von 2500 Jahren durchquert, steht aber im Moment der Lektüre ganz nahe der Gegenwart

Mathematische Unmittelbarkeit, nicht als Wissenshistorie

- Zangenbewegung: einerseits Euler in seinem historischen Index beschreiben / rekonstruieren (nur so erklärt sich seine spezifische Handschrift in Manuskripten, seine Fragestellungen). Andererseits Euler, wenn er rechnet, in einem ahistorischen Zustand, den nachzuvollziehen methodisch heute heißt: seine Rechnungen selbst (nach-)rechnen. Mathematik im Vollzug setzt uns in ein gleichursprüngliches Verhältnis zu Euler; der Kern von Wissenschaft: ein historisch invarianter Zeitraum, wenngleich 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 eine andere Weise verarbeitet werden" <43>; Historie ist der Name für kontextintensive, kontingenzanfällige Prozesse, so daß sich etwa ökonomische Daten in Kriegs- oder Friedensphasen anders entwickeln lassen. "Wir sind noch nicht an jenem Punkt angelangt, da der maßgebende Blick auf die menschliche Geschichte demjenigen entspricht, der für einen Beobachter von Veränderungen einer Fruchtfliegenpopulation am zweckdienlichsten ist. [...] Periodogramme, die historisch bedeutsam sind, haben ein *per se* begrenztes Auflösungsvermögen" <43>. Die "streng mathematische" Schule der Ökonomen versucht, "ausgeklügelten mathematischen Methoden innerhalb der Wirtschaftswissenschaften dieselbe Rolle zuzuweisen, die sie bereits in der Physik spielen". Doch lassen sich "die für den Menschen wichtigen Aspekte der Wirtschaft möglicherweise nicht in eine präzise mathematische Definition überführen" <ebd.> - wie Shannons Kommunikationsbegriff an der Grenze zur Semantik. Problematisch ist die Anwendung feiner mathematischer Methoden auf grobe Gegenstände (die Schule Vilfredo Paretos), also Werkzeuge der mikrophysikalischen (Medien)Analyse auf makrophysikalische ("historische") Prozesse

- hat Wissen mit Elektronik "überhaupt nichts zu tun, wohl aber mit der Kybernetik als einer Theorie stoffinvarianter Systeme" = Thiel 1967: VI - Information; Medien-Wissen(schaft) umfaßt Beides

Stochastische Ereignisanalyse mit Markov und Wiener

- gilt in Wahrscheinlichkeitstheorie als Ereignis jedes Element der Algebra eines Wahrscheinlichkeitsraumes, etwa eine bestimmte Augenzahl beim Würfelwurf. Kennzeichnend für diese axiomatische Definition eines Ereignisses, daß sie "auf eine inhaltliche Interpretation verzichtet" = 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. Seleuxxxxzeit; Klaus' Frage: "Warum war Algebra ungreichisch? Und Diophant also kein Grieche mehr?"

- "Algebra - Kaufleute - demokratisch - blieb praktisch
Geom. - Adel - aristokr. - Euklid"

- Zitat Spengler S. 118: "Geometrie heißt die Kunst des Messens, Arithmetik die des Zählens." Kommentar Klaus: "Eigengesetzl. des Mathem.! Aber $\sqrt{\quad}$ und Rezeption!! im Griechischen"

- Zitat Spengler S. 124: "Und so sammelt sich [...] der ganze Gehalt des abendländischen Denkens in einem klassischen Problem ... Es handelt sich um die Theorie des Grenzwertes ... Dieser Grenzwert ist das strengste Gegenteil des antiken ..."

- weiter Typoskript, 19 ff.; Kl.: "Selbstverständlich ist die antike Mathematik eine andere wie die abendländische. Sie ist die Mathematik der Konstanten, im Gegensatz zu der Mathematik der Veränderlichen."

- Sp.: "Die Funktion ist nichts weniger als die Erweiterung irgend eines vorhandenen Zahlenbegriffs, sie ist deren völlige Überwindung. [...]"

- Kl.: "Übergang von der Zahl zur Funktion ist Übergang von der Metaphysik zur Dialektik. Die Funktion sieht die Zahl in ihrem Zusammenhang, in ihrer Veränderung und betrachtet sie nicht als starre isolierte Größe. Kontinuum!"

Kritik der "Wissensgeschichte" (Mathematik / *mathesis*)

- Nachdenken darüber, wie und ob rechnende Technologien optimal im Modell Geschichte oder in anderen Zeitverhältnissen geschrieben werden

- paradox, daß im Namen von Wissensgeschichte 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 $a(\text{Quadrat}) + b(\text{Quadrat}) = c(\text{Quadrat})$ 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 *Untrennbarkeit* von Physis und Zahl (Martin Carlé).

Nicht die Kontingenzen der Entdeckungsverhältnisse *zählen* in der techno-mathematischen Operativität (die historische Zeit des "Kontextes"), sondern eine andere Zeitlichkeit: Operativität, Dynamik

- konkret technischer Medienzusammenhang *entbirgt* ein Wissen im Sinne von Heideggers Technikdefinition: "Technology is not primarily a way of making of doing things, but a way of revealing things that precedes the making" = Inwood: Heidegger Dictionary 1999: 209; "essence of Technik is by no means anything technological" (QT, 9/4); it is rather *Gestell* / "framework"

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

Zur Differenz zwischen "Difference Engine" und "Analytical Engine"

- von Charles Babbage entworfenen Analytical Engine (1842) als Beginn der Gegenwart der heute vertrauten Computerwelten; 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); *wissensgeschichtliches* Modell, so Lady Lovelaces glasklares medienarchäologisches Gespür, vermag den eklatanten epistemologischen Bruch zwischen Babbages Difference Engine und der nachfolgenden Analytical Engine nicht zu fassen. Zwar sei es "generally supposed that the Difference Engine, after it had been completed up to a certain point, *suggested* the idea of the Analytical Engine", und augenscheinlich "two inventions, similar in their nature and objects, succeed each other closely in order of *time*", doch "nevertheless the ideas which led to the Analytical Engine occurred in a manner wholly independent of any that were connected with Difference Engine" = a.a.O., 371. Technischen Konfigurationen eignet eine zeitliche Wissenslogik, die dem menschlichen Begreifen zuweilen vorausseilt. *Der* historische Moment und *das* medienarchäologische Momentum bilden ein *double-bind* als Modell der vorliegenden Analyse. Erst beim 1961er Nachbau von Konrad Zuses Rechner Z3, der im Bombenkrieg über Berlin zerstört worden war, kam zu Bewußtsein, dass seine logische Grundarchitektur eine große Ähnlichkeit zu anderen, ihm unbekanntem Rechnerarchitektur aufweist = 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 privilegierte 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: Nitousov et al. (Hg.), Computing in Russia, xxx

- oszilliert jede Archäologie des Computers und seiner Programmierung zwischen den Polen Mathematisierung der Maschinen und Mechanisierung der Mathematik, wobei Medienarchäologie vorschnellen Analogien den Hinweis auf die Differenzen gegenüberstelt, 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 = Gotthard Günther, Das Bewußtsein der Maschinen. Eine Metaphysik der Kybernetik, Krefeld / Baden-Baden (Agis) [1. Aufl. 1958], 2. Aufl. 1963: 158 - nicht selbständig zu rechnen, schon gar nicht zwischenspeichern 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; schreibt Max Bense von "mathematischen Maschinen" als Denkmaschinen = zitiert in Günther 1963: 20, und das heißt Automatisierung der Mathematik im Unterschied zur

Mathematisierung der Automaten: "Es gehörte zur (in *Sein und Zeit* zurecht gerühmten) Verlässlichkeit von Hämmern, sich nicht unter der Hand in Sägen oder Bohrer zu verwandeln. Selbst jene ebenso seltenen wie zukunftssträchtigen Werkzeuge, in denen sich die Unberechenbarkeit aller Zukunft materialisierte, hatten wenigstens darin verlässlich zu sein, daß sie - wie etwa im Fall des Würfels - nicht mit allzu ungleichen Wahrscheinlichkeiten auf ihre sechs Seitenflächen fielen. Für all diese Verlässlichkeiten bürgte jeweils ein Material, dessen Formbeständigkeit alle Bewegungen auf die einer elementaren Mechanik beschränkte" = 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 Kombinationsschlusses 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 technophysikalischer 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)

- 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" = 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. 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 Moskau 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 Feuerleitetechniken 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 computer 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.

KOMPUTATION

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 Ingenieurwesen und Physik, Wladimir Gerassimenko: „Ich bin der Meinung, daß uns die Millenniumbombe von den Amerikanern untergeschoben wurde. Das war in den siebziger Jahren, als die Sowjetunion dazu gezwungen war, ihre eigene Computerentwicklung zu stoppen, und dafür den IBM-360-Standard übernahm" = 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-kontinuierlt vom Lesevermögen der Gegenwart

Computerhistoriographie: Die Archivlage

- (wie) läßt sich die Genealogie des russischen Computers nicht als Geschichte, sondern als Medienarchäologie schreiben? historische Suche nach dem Ursprung des elektronischen Computers, die sich in adverbialen Zeigern wie „bereits“, „schon“, „erstmal“ verrät, führt in ein kompetitives Labyrinth; einem Diktum Walter Benjamins (*Berliner Kindheit*) zufolge gilt es, sich dort verirren zu lernen, denn „often the (almost) simultaneous but independent creation of the principally new technical facility in different countries (places) is a natural event" =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-breaking* Gegenmaschine das Vorbild jener Computer darstellt, die ihrerseits heute Museen in virtuelle Räume verwandeln <Beispiel ENIAC>?

- "[...] a specimen Enigma machine could form the centre-piece of the <museum> display. But to emphasize the artefact in this rather obvious way would demonstrate precisely the technological bias that I am arguing against. The significance of Ultra (the code-name given to the material derived from breaking Enigma cyphers) was much more than this" = 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 Bebbler, 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, inhaltlich 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 gesetzlich - und einheitlich geregelt. Eine Zweideutigkeit, ein Mißverständnis hätte hier unabsehbare Folgen haben können <im Unterschied zu Literatur und Hermeneutik, wo Unschärfe gerade als Qualität figuriert>. Einen kleinen Unterschied zum Militär gab es schon. [...] Ein elektrischer Befehl <= Impuls?>, so war es geregelt <Regelung als Klartext und als diskursive Metapher>, mußte vom Befehlsempfänger immer erst eindeutig erkannt und begriffen worden sein. Bei Mißverständnis, ob des Inhaltes oder wegen Hörfehlers, war der Befehlsempfänger zum Widerspruch verpflichtet. <ebd., 45>

- stellt die Schaltzentrale und die Stromumschaltbatterie in Vockerode von den Relais-Schaltelementen her bereits wesentliche Bestandteile des Dispositivs des Computers dar (mit lauter 0/1-Schaltelementen), ohne allerdings zu rechnen / zu speichern; gilt etwa für die Kraftwerkskessel:

"Jedes Rohr hat einen Namen, jedes Rohr hat eine Karteikarte <!>, jedes Rohr hat einen Lebenslauf. Alles ohne Computer" = ebd., 30

- wesentliche Rolle spielt Relaischutztechnik, "eine denkende Technik, die Entscheidungen traf, bevor die Schaltwärter eingreifen konnten. War der Strom oder die Spannung zu hoch oder zu niedrig oder gab es Kurzschlüsse, wurde dies durch Relais erfaßt und unverzüglich oder in wenigen Sekunden kam ein Signal und ein Ausschaltbefehl auf ein Schaltgerät. Elektromechanische, später elektronische „Gehirne“ dachten mit, heutzutage Computertechnische Überwachung am Bildschirm und Steuerung mit der „Maus“. Alles funktionierte entsprechend dem Stand der Technik" = ebd., 44

- Elektronik hielt Einzug, "damit die verstärkte Automatisierung [...]. Ein gutes Gemisch aus älteren, erfahrenen „Starkstromern“ und jungen schlaun Elektronikern im „fahrenden Betrieb“ und im Reparaturbereich entsprach diesen Anforderungen" = ebd., 45; frei nach Deleuze: von der Disziplinar- (Thermodynamik, Strom) zur Kontrollgesellschaft (Information)

- Definition des Schaltfelds unwillkürliche Aussage der Bestandteile der ersten Computergeneration auf Makroebene: "Begrenztes Teil einer Schaltanlage, in den das willkürlich und/oder selbsttätige Ein-, Aus- und Umschalten der Schalter erfolgt; einschließlich ein/aus, geschlossen/offen, zu/auf" = ebd., 59

- definiert elektrischer Strom als solcher das Medium i. S. der Kybernetik, in seinen „Möglichkeiten der Erzeugung, der Speicherung und der Fortleitung (Übertragung) desselben" = ebd., 54

Sowjetischer Computer: *memory*

- verfügte BESM neben dem Operationsspeicher einen Dioden-Speicher; "erlaubt das Ablesen eingegebener Zahlen oder Befehle, nimmt aber keine Ergebnisse auf. Das Eingeben von Zahlen und Befehlen geschieht durch Lochen der Kennnummer in eine Lochkarte. Die Lochkarten werden in besondere Einrichtung, sogenannte „Bücher“, eingelegt. Beim Schließen dieser „Bücher“ wird an den gelochten Stellen ein Kontakt geschlossen. Außer mit Lochkarten besteht noch die Möglichkeit, die Zahlen mittels Steckern einzusetzen. Die entsprechenden Stellen in den „Büchern“ und auf der Steckertafel sind parallel geschaltet. Der Diodenspeicher besitzt auch eine Reihe abnehmbarer Blocks, wo die Leitungen der Diodennetzwerke für typische Unterprogramme eingelötet sind., z. B. Unterprogramme der trigonometrischen Funktionen der Logarithmen" = 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 Inhalt 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 Differenz zum Akkurat-Anspruch der ursprüngliche Experimente. Ein anderer medienarchäologischer Blick: "It is instructive to use an eighteenth-century microscope in order to appreciate the difficulties in both the mechanical design and the aberration produced by the lenses, but it is necessary to bear in mind that modern users are not 'seeing' as eighteenth-century microscopists would see: our opinion of the image will be different to theirs" = 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 materielle Grundlagen geknüpft ist; Bernd Rosner, in: Klock u. a. / (Hg.), Medientheorien, UTB, 98

- Objekt der Archäologien die materielle Kultur; umfaßt seit geraumer Zeit einen neuen Typus von Artefakten: die Hardware von Medien. Gleichzeitig sind Medien nicht auf ihre Hardware reduzierbar; Herausforderung an die archäologische Methode

- am Beispiel symbolverarbeitender Maschinen namens Computer den archäologischen 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 Computer 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, Transistor, 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

- markiert Datenerhaltung ein grundsätzliches Problem; entsteht, sofern man Computergeschichte als Medienarchäologie, d. h. aus den Artefakten heraus 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

- algorithmische Negentropie: Dirk Baecker, 4.0 oder Die Lücke die der Rechner lässt, Leipzig (Merve) 2018; Kapitel 22 "Der Tod als Löschvorgang", 228-233

- 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 der historiographischen Zeitrichtung, die 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), damit der physikalischen Entropie anheimgegeben

- stellt die Turingmaschine als "Papiermaschine" mit ihrem unendlichen Band für Zwischennotation der Symbolketten die (nahezu) materielose platonische Idealversion einer geometrischen Operation dar; liegt der techno-logische Unterschied zum tatsächlichen *computing* in der materie- und energieintensiven Verkörperung des / als Mechanismus; bleibt indessen trotz steigender Frequenz im Wechsel / Updating der Systeme (Hard- und Software) das Prinzip der Turingmaschine respektive Spezifizierung als von-Neumann-Architektur des Computers *en arché* intakt; divergiert die logische von der technischen *epoché*

- 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

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 subjectivus*) - 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 *Speicherbilder*

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

- kein anderes technisches Medium, das so viele Formen von komplexem Zeitverhalten realisiert, als der Computer

- muß neben die Unterscheidung von Hard- und Software für Computer auch die seines Maschinen*verhaltens* treten (Argument Horst Völz); prozessuale Medienarchäologie

- zeitlicher Parameter die notwendig dritte Komponente dessen, was techno-logische Maschinen definiert, im Unterschied zum klassischen kulturellen Artefakt, welches den Gegenstand von Archäologischen Museen bildet, und zur traditionellen archivischen Urkunde. Nicht allein der dokumentierte Quellcode ist die textuelle Archivalie; zur Definition einer archivischen Computer-Urkunde gehört, daß sie erst *im Vollzug* auf einer konkreten Maschine zu sich kommt, also recht eigentlich erst damit zur "Archivalie" wird; codephilologisches Argument Diss. Hiller

- Buchtitel von Eivind Rossaak (Hg., *The Archive in Motion*, Oslo 2010) zu spielen: Die Archivalie muß erst "in motion" gesetzt werden, um zum archivischen Dokument zu werden. In Anlehnung an eine begriffliche Differenzierung in Foucaults *Archäologie des Wissens*: Der diskrete Computer umgreift sowohl Dokument (Quellcode) und Monument (konkrete Hardware-Architek(s)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 Prinzipialschaltung "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

- "kalkulieren" (*calculi*) in Sand / klassischer Tafel mit Kreide und Schwamm; induziert das karierte Rechenpapier in Verbindung mit Bleistift und Radiergummi die algorithmische Kalkulation; ist der diskrete komputative Mechanismus (die operative Diagrammatik) in materialer Geometrisierung und seiner energetischen Sequenzierung (Ver"zeit"lichung im technischen Sinne) angelegt

Mathematische Maschinen

- "Tafeln für die gewisse Fälle berechnet sind, Maasstäbe können demnach bloß als Werkzeuge, aber nicht als Maschinen betrachtet werden. So ist auch der einfache Hebel für sich betrachtet nur ein Werkzeug, wird aber durch die Unterlage Maschine" = Johann Paul Bischoff, Versuch einer Geschichte der Rechenmaschine, Ansbach 1804, hg. v. Stephan Weiß, München (Systema) 1990, Einleitung (17)

- von Carl Friedrich Gauß 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; tritt im Extremfall *Automathesis* (von Automaten) an die Stelle humaner mathematischer Imagination; "prägt man sich die wichtigsten Regeln für die Verwendung des Rechenschiebers gut ein, so wäre es durchaus möglich, mit ihm wie mit Logarithmen zu rechnen, ohne die tiefere mathematische Begründung seiner Konstruktion zu kennen"; gestattet indessen 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 Maschinentakte zur Ausführung vonnöten; der erste heißt Befehlslesezyklus (*instruction op code fetch*); ein *Zeitdiagramm* zeigt den gesamten Befehlszyklus

- Grenzen des Diagramms und des Schaltplans (respektive der logischen Schaltung): digitaler Kontrollmechanismus meint "a sequence of choices from a finite set of primitive functions, which can be arranged in arbitrary order. Such digital machines cannot be fully represented using diagrams. They must be specified in a symbolic way, for example using a sequence of arbitrary symbols for the basic functions, in the order in which they are to be executed" = Andreas Brennecke, in: Raúl Rojas / Ulf Hashagen (Hg.), *The First Computers. History and Architecture*, Cambridge, 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, halbunbewußte Idealisierung der Erfahrung im Umgang mit den Gegenständen des Alltags" - etwa das Kippen oder Nicht-Kippen einer Tasse auf dem Tisch(rand) = Wiener et al. 1998: 3

- "Ein wesentliches Merkmal unterscheidet Computer von herkömmlichen Maschinen. [...] Als Systeme, die Informationen speichern, darstellen und übertragen, begegnen sie uns [...] als Medien. Unser derzeitiges Bild vom Computer changiert zwischen Technik und Medium" = Georg Trogemann / Jochen Viehoff, *CodeArt. Eine elementare Einführung in die Programmierung als künstlerische Praxis*, Wien / New York (Springer) 2005: 10

- Trogemann / Viehoff: Computer als zweigeteilte Maschine: "Programme sind gewissermaßen *reine* Maschinen, ohne den Ballast und die Unschärfen mechanischer oder physikalischer Bedingungen" = Trogemann / Viehoff 2005: 84; bleibt Hardware der Welt der Physik

verhaftet, verbraucht also Energie und unterliegt den Gesetzen der Thermodynamik (Entropie / Alterung). "Die zweite Maschine - das Programm - unterliegt dagegen nicht mehr den materiellen Gesetzen der Realwelt. Die einzige Begrenzung ist unser Denken" <ebd.>

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

- rekurren 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 deterministischer 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 Handlungsanweisungen niederschreibt und einen Menschen bittet, sie auszuführen. Eine derartige Kombination eines Menschen mit geschriebenen Instruktionen wird 'Papiermaschine' genannt. Ein Mensch, ausgestattet mit Papier, Bleistift und Radiergummi sowie strikter Disziplin unterworfen, ist in der Tat eine Universalmaschine" = 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 exactement les mêmes mécanismes que la machine" = Jacques Lacan, *Le Séminaire. Livre II: Le moi dans la théorie 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 /

Alumni) operative Mächtigkeit zu, die den Menschen vielmehr zum Medium des Vollzugs macht; wird hier im Sinne David Hilberts mit reinen Symbolen operiert (mathematischer Formalismus), was die Operation prinzipiell mechanisierbar macht; keine Verdummung des Menschen, sondern diese *alphabétise* (Lacan) vielmehr eine Entlastung des Menschen bzw. sie entbirgt das Un-Menschliche in ihm - die logisch-mathematische Maschine

- Turing-Maschine eine "theoretische, nicht aber metaphorische 'Maschine'" (Argument Matthias Wannhoff); ihre Verkörperung an der Nahtstelle zwischen rein Symbolischem und physikalischer Hardware; hat Computerarchitektur eine Papiergrundlage und eine Strukturierung für Notation: "Computing is normally done by writing certain symbols on paper. We may suppose this paper is divided into squares like a child's arithmetic book" = Turing 1936/2004: 75 - Rechenpapier

- weist Turing 1936/37 darauf hin, dass algorithmische Notation auf Papier / als Papiermaschine es erlaubt, (Kaffee-)Pausen einzulegen, und dann (nach entsprechender Notiz zum Zwischenstand) die Rechenoperation wieder aufzunehmen / fortzuführen; entspricht dem das Spiel von denken / notieren / weiterdenken

"Algorithmen & Zeichen" vs. Signale

- kündigt Kulturverlag KADMOS einen neuen Band an, interessant aus Sicht des Signallabors: Jan Distelmeyer / Sophie Ehrmanntraut / Boris Müller (Hg.), Algorithmen & Zeichen. Beiträge von Frieder Nake zur Gegenwart des Computers, demnächst (März 2021)

- leicht verschieden vom Ansatz "Algorithmen & Signale" in der radiaklen Medienarchäologie; die sanfte *différance* der Computerarchäologie gegenüber dem kommenden Buchtitel: "Algorithmen & Signale" (statt computersemiotisch immer nur "Zeichen", obgleich von Nake in Anlehnung an Peirce hervorragend begründet)

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. (Stanford 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 (Quadrige) 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 Deutschland 1986, hg. v. Alex u. Barbara Kempkens, München (Barke) 1986, 22-30 (23). Veröffentlicht zunächst in: IBM-Nachrichten Nr. 180 (1966) und 1967 in: Exakte Ästhetik 5 / Kunst aus dem Computer (Verlag Nadolski); 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 *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 übergang, anstelle der Einzelstückherstellung also die standardisierte Massenproduktion trat. [...] Erst solche wahrhaft modularen Systeme, wie Babbage wohl als erster sie für seine Protocomputer gefordert hatte, 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 (350); 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

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 vermiteln, 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 zweier 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, *Weltattem. 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 Programmtextrur 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 *daimonstration* 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

- ist das Zurechtschneiden / Komprimieren von Photokopien nach der markierten Lektüre ein Akt der Distanzierung ihrer hermeneutischen Lesart zugunsten der symbolischen (An-)Ordnung *als* Papiermaschine / ein distanzierender Mechanismus

- "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 absolut 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 Nüchel; 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 der 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

- rekuriert 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 gearbeitet, 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 aktuellen 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 endlichen 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/gJQAIIPRxV_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)?

- ist die digitale "Nulldimensionalität" (Flusser) eine solche nur in der mathematischen Abstraktion; alles *computing* indessen - als Funktion elektronischer Signalverarbeitung - immer schon im zeitbasierten, mithin ein- und zweidimensionalen Spannungsfeld

- 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)

Über "queer computing" (Jacob Gaboury)

- und / oder "the queer history of computing"; Gaboury's Buchprojekt (Arbeitstitel) *On Uncomputable Numbers*, als Vorschlag einer "queer

theory of computing through a set of queer and non-binary figures in the early history of mathematics and computation. Extending Alan Turing's theoretical work on uncomputability from 1936, the book looks to articulate a queer externality to so-called universal computation" = Joseph Gaboury, entry "Research", <https://jacobgaboury.com/research>, Zugriff 30. Januar 2021; ders., A Queer History of Computing [February 19, 2013], <https://rhizome.org/editorial/2013/feb/19/queer-computing-1>, Abruf 30. Januar 2021

- Alan Turing, "Computing Machinery and Intelligence" (1950): Ausgangsszenario *imitation game* genderbezogen; demgegenüber Turing-Test von Ober- auf "Unterfläche" (Frieder Nake) des Computers verlagern: Janet Carter / Tony Jenkins, Gender Differences in Programming?, conference paper (ITiCSE'02, June 24-26, 2002, Aarhus) in: ACM SIGCSE Bulletin (September 2002), 188-192

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: *Critical 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 Maschine 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 procedure, in fact: a symbolical machine, not narratable any more

- Unterscheidung von Endlichkeit, potentieller und aktueller Unendlichkeit; "unendliches" Speicherband markiert die Differenz zwischen aktuell 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?

- steht Turings Text in einem diskursiven Feld: hat eine Antwortstruktur, bestimmte Funktionalität als Antwort auf das von David Hilbert gestellte Entscheidungsproblem

- weist Shannon später nach, daß jede Turing-Maschine durch ein Alphabet ersetzt werden kann, das nur mit zwei Zuständen arbeitet; denkt Shannon ingenieurmäßiger, 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 bestimmten 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

- verunmöglichen Halte- sowie Entscheidungsproblem 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 diversen Kandidaten findet (Hinweis Manuel Bonik); erst als tatsächlich gebaute die Turing-Maschine ein Think-Thing (Bonik)

- Turings algorithmischer Maschinenbegriff von einer metamathematischen Frage abgeleitet, nicht von den schlichten Rechenmaschinen der letzten Jahrhunderte; auch Jevons' "Logical Piano" sicher nicht von Arbeitsteilung in Manufakturen und Fabrikation ableitbar, sondern von einem funktionsfreien Wissenwollen

Operationen im Symbolischen

- nennt Friedrich Nietzsche seine Schreibkugel eine "Menschmaschine"

- Turings Ansatz 1937 noch anthropozentrisch, insofern sein Automatismus sich am rechnenden Menschen orientiert; demgegenüber Lacan: ist Mensch im Maschinenstand, wenn er rechnet; ereignet sich dieser Mechanismus also nicht erst als Ableitung menschlicher Kulturtechniken, sondern der Mensch findet sich in einem Apriori latent vorgegebenem *Technólogos* zurecht; verläuft epistemischer Bruch zwischen rechnenden Menschen und universeller Turingmaschine

- 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 Zufallsreihen" (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 Intuition 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 Computable 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 interpretiert 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 antike 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

- 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 vergehen 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.

- liegen die Grenzen der Reichweite medienwissenschaftlicher Epistemologie 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

Der eigentliche Computer (CPU)

- CD-ROM "Zuse" mit Einspielung Handkurbelung Z4 als demonstrative Verlangsamung der Operation eines Prozesses / Prozessors; auf Programmierenebene, 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 Aristoteles (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

- macht Erfindung Gutenbergs 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 möglich, 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" (Beuys) in Büchertiteln, Signaturen

- behandelt Leibniz Töne wie Buchstaben: Musik als Mathematik, eine medienarchäologische Ästhetik. "Leibniz galt die Musik noch als nüchternes exercitium 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 gibe 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 in einer 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 Ettliger, 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 bezeichnenbare, 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 prähistorischen 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 *erzählenden* 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 [...] belaufen" = Leibniz in Ettliger 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 Ettliger, 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 Aussage [...] 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

- steht syntaktische Funktion der Zeichen über der semantischen; sieht darin Hegel eine Provokation, der doch das Denken auf den Begriff und nicht auf die Maschine bringen möchte

- "Zahlen "unpassende Medien, den Gedanken zu fassen" = Hegel in seinen *Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie*, GW Bd. 18: 110 - es sei denn, Denken meint *computing*

- Hegel letztendlich (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 vervollkommen, zu legen" = G. W. F. Hegel, *Wissenschaft der Logik*, hg. Georg Lasson, Hamburg 1963, Bd. I, 212

- "Die Zahl ist ein unsinnlicher Gegenstand, und die Beschäftigung mit ihr und ihren Verbindungen ein unsinnliches Geschäft [...]. [...] da der Zahl nur der äußerliche, gedankenlose Unterschied zugrunde liegt, 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; Lacans *alphabetîse*; Hilberts Operieren mit Zeichen

- "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 vervollkommen, zu legen" = G. W. F. Hegel, *Wissenschaft der Logik*, ed. Georg Lasson, Hamburg 1963, Bd. I, 212

- 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."

- 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 Äußerung 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 des 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

- bringt Buchstabenschrift „den Geist von dem sinnlich Concreten zu der Aufmerksamkeit auf das Formellere, das tönende Wort und dessen abstracte Elemente“ = Hegel ebd., 458

- 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

- 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 machen und ihn auf die Folter, sich zur Maschine zu vervollkommen, 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

- 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 Denkoporation

- 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

- 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 Epochenbruch*, 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 differenzierende Gewalt der Natur, wie die Bewegung des Wassers, des Windes, des Dampfes usw., und das Werkzeug geht in die Maschine über, indem die Unruhe des Subjektiven, des Begriffs, selbst außer dem Subjekt gesetzt wird" = 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 in 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.

- 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*

Begriffsschriften

- 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

- läßt sich Fregesche Begriffsschrift 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 gewissermaßen 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 Rohrer, *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 Voraussetzungen 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'Académie 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 verwandelt" = 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 unsere 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 Eco's *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 Berners-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 Maßeinheit / 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*,

Darmstadt 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 Operationen 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 Analysis 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 möglich, 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 verwandelt" = Spencer-Brown 1997: 10; geht es nicht um Semantik, sondern um eine Syntax zweiter Ordnung

- mechanische Operationen; beschreibt Robert Hooke im Postskriptum der 1676 publizierte *Description of Helioskopes* seine Erfindung einer federregulierten Uhr zur Bestimmung der Längengrade auf See: "About seventeen years since, being very inquisitive 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 Kalkülierung 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 Engine will possess a library of its own. Every set of cards once made will at any future time reproduce the calculations for which it was first arranged" = 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 von Leibniz und dann überführt in Algorithmen, also eine Form mechanisierter Mathematik: mechanische Intelligenz in Form diskreter Symbole. Sybille Krämer definiert das Leibnizsche Kalkül: "Es ist also die Doppelfunktion, zu 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

- 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 umfangreicheren 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 denknöglich 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 structures 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 relations" = 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; resultiert 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 process 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 it exists" = 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. (Harvard 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 Kunstwissenschaft antworten 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 "Taktilem" 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 Technológos = 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 beispielsweise maschinengeschriebene Ziffern vom Blatt ablesen und ihre Bedeutung irgendeiner weiteren Nachrichtenverarbeitung 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

TECHNISCHE COMPUTER

"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"; handelt es sich damit nicht im zeitlich verzogenen ("historischen"), sondern funktional-(quasi-)echtzeitlichen Sinn um ein *reverse engineering* der Lorenz SZ 42 durch den "Tunny"-Rechner in Bletchley Park; elektrostatische Kalkulation ersetzt hier das bisherige manuelle Dechiffrieren und Erkunden von *wheel-setting*

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

Rechnen mit Zeitereignissen

- aus der Steckdose mit Wechselstrom rechnen? zwar langsam (Takt: 50 Hz), dafür aber massiv parallel, weil Strom phasengleich pulst
- Prinzip der TIGRIS-Röhrenuhr Oszilla (Henry Westphal), durch Frequenzteilung direkt aus dem Stromnetz gespeist

Implizit "sonisches" *computing* (Parametron)

- im elektronischen Schwingkreis erzeugte Sinuswellen, die durch Phasenverschiebung zur binären Datenverarbeitung im japanischen Parametron-Computer zum Einsatz kommen, das mit Phasenlagenverschiebung als symbolisch abstrahierten Nullen und Einsen rechnet
- Parametrons implizit *sonisch*; wird hier nicht ein Digitalcomputer nachträglich sonifiziert (Carlé, Miyazaki), sondern rechnet genuin mit der *wave form*
- "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, menschlicher 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 Jahrzehnten 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 column wires in form of the sinusoidal wave of frequency f , where the phase of the latter wave represented each information bit." = Textversion Wada für Konferenz Nixforf-Forum Paderborn 1998, Kap. 2 "Memory"; Druckfassung in: Raúl Rojas / Ulf Hashagen (Hg.), *The First Computers. History and Architecture*, Cambridge, Mass./ London (MIT Press) 2000

- Nachbau in Pure Data; Basis: Schwingkreis

- 1. Pumpschwingung (als zusätzlicher Parameter zur Erzeugung ungedämpfter Schwingungen), 2. parametrisch *eingekoppelte* Schwingung

- vgl. Anstoß einer Schaukel / Pendel; es bedarf *zweier* Perioden zur wirklichen Anregung, also: doppelte Frequenz; entspricht proportional dem Sampling-Theorem

- binäre Information *ist* in der Schwingungs*phase* enthalten. Phasenverschiebung um 180° der Schwingung für menschliche Ohren keine hörbare Tondifferenz; ändert auch nicht die Frequenz, kann aber in der "Semantik" der Informationstheorie semantisch aufgeladen werden i. S. der binären Logik

- für Parametrons dann eigene Logik-Schaltung (Gatter) entwickelt: Schwingungsüberlagerung ("Mehrheit gewinnt" zur Bestimmung von Null / Eins)

- Emulator des PC-1 (1958-1964) basiert jedoch auf Registern; vielmehr mit Analogcomputer / 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 Recheneinheit der Maschine mittels Zweiphasenwechselstrom; Bild von interferierenden Wellenbewegungen (Christof Maurer), mithin *sonischer* Rechner / Parametron; daß der SETUN als ein musikalischer Rechner angesehen werden kann. Musikalisch in dem Sinne, dass die ternäre Schaltalgebra mit der kompletten Sinusschwingung arbeitet, also auch mit dem negativen Bereich. Der Ursprung der Idee, die Polarität des Wechselstroms auszunützen, kann in der Notation der imaginären Zahlen im Einheitskreis gefunden werden, dort gibt es sowohl die / 0, die 1 auch als die -1

- Francis Hunger, SETUN. Eine Recherche über den sowjetischen Ternärcomputer, Leipzig (Institut für Buchkunst) 2007

- bewältigt Computer das Oszillieren zwischen zwei Zuständen in der denkbar einfachsten Form, als rechnende Digitalität von 0/1, die

schaltungstechnisch *nicht* die Dichotomie Präsenz/Absenz bedeutet, sondern schlicht zwei elektrische Spannungszustände. Vielmehr gilt es den Querstrich, das Dazwischen im Sinne des *tristate* differenziell zu denken; U. Tietze / Ch. Schenk, Halbleiterschaltungstechnik, Berlin u. a. (Springer) 1989, 207 ff.

- im Unterschied zur dialektischen Logik als Negation und Aufhebung in finaler Synthese, führte vielmehr die Koinzidenz von Boolescher Logik (Wahrheitstabelle) und der Effizienz elektromagnetischer Relais (An/Aus) zur Elektrifizierung der symbolischen Logik in Schaltkreisen (Peirce, Shannon); "coincidence of timing" vielmehr denn technikgeschichtliches Momentum ("point of greatest historical interest in the story of computing"); induziert *maschinennahe Programmiersprache Assembler / op-Code 0/1*. "The logic of software, however, bears little relation to this binary of even triune thinking" = Kommunikation Gregory Ulmer, August 1996

DDR-Computer in den Technischen Sammlungen, Dresden

- von Lehmann konzipierter Lehrcomputer, der (extrem verlangsamt) die einzelnen Rechenschritte im Digitalcomputer durch Leuchtpunkte in transparentem Gehäuse nachvollziehbar macht für menschliche Sinnesgeschwindigkeit. Dokumentation des (nach wie vor unter Strom laufenden) Prozesses adäquaterweise durch eine klassische Super-8-Kamera (und nicht, wie scheinbar naheliegenderweise, ausschließlich durch Digitalkamera respektive Cam-Corder): System der Flügelscheibe diskretisiert einen stetigen optischen Signalfluß (Bewegung / *Kinematographie*) in ein sequentielles Alphabet diskreter Rahmen (Kader), eine mithin differentielle Analyse von Bewegung durch ein diskretes Aufzeichnungsmedium (analog zur Uhr / zum getakteten Uhrwerk, als dessen Invertierung zu Zwecken der optischen Analyse, analog zur Chronometrie; dazwischen die Chronophotographie)

Datenarchäologie

- Landesarchäologie 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

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 sichtbar":
<http://www.devic.us/hacks/anatomy-z80-gate> (Hinweis Stefan Höltgen)

- sollte, nachdem "Press play on Tape" gekommen ist und das Tape gestartet hast, der Bildschirm opak werden; langdauernd, bei kommerziellen Spielen startet das Spiel irgendwann von selbst; bei gecrackten Spielen wieder beim blauen Bildschirm, das Programm mit "Run" starten

- mit LOAD"*", 1 probieren; "*" ein Platzhalter, der besagt, daß das nächste Programm geladen wird; ",1" spezifiziert die Datensette; aktuelle Cassette heißt etwa "F-16 Combat Pilot"; ansonsten lädt Rechner, um wieder in die "READY"-Schleife zurückzuführen; von Diskette Programm namens "Monitor" laden in Hauptspeicher des C64; damit Kathodenstrahl auf angeschlossenem Bildschirm selbst steuern (eigener Editor)

Medienarchäologie des Computers, buchstäblich

- gilt vollends für Computer: Medienarchäologie nicht auf seine Materialität reduzierbar; digitale Medien gehen in ihrer Apparatur nicht auf; Archäologie des Computers nicht allein künftiger Elektroschrott (Wiederverwendung für seltene Erden): "Es muss jene fundamentale Mathematizität hinzukommen, die einen Rechner erst zum Laufen bringt [...] die mathematische Endlichkeit ihrer Materialität" = Knut Ebeling, Archäologische Avantgarden, Habilitationsschrift zur Erlangung der Lehrbefähigung für die Fächer Kulturwissenschaft / Ästhetik, vorgelegt dem Fakultätsrat der Philosophischen Fakultät III der Humboldt-Universität zu Berlin, 2. Juli 2007, 652; publiziert als: Wilde Archäologien, Berlin (Kulturverlag Kadmos), xxx

- Computing als Subjekt und Objekt: im Spiel "Minecraft" individuell Spiellevel konstruieren und für diese Konstruktionen Funktionsparameter definieren; damit Simulation einer 2-Bit-CPU =

<http://www.youtube.com/watch?v=MvCJcMPWQiw> (Hinweis Stefan Höltgen)

ÄSTHETIK DER PROGRAMMIERUNG

Listing und die "blinde" Aneignung von Programmierung im Sinne der "schwachen KI"

- medienpoetologische Schreibszenen der Mensch-Maschine-Kopplung: passiv eine Ahnung von der Ästhetik der Programmierung erlangen; Abtipp-Computerspiele in BASIC für 8-Bit-Plattformen; Vorlage: Zeitschriften der 1980er Jahre, praktiziert im Signallabor-Format *Game Circuits* ("Finale: Closed Circuit) am 22. Juli 2022 des Fachgebiets Medienwissenschaft der HU zu Berlin (Master of Ceremony: Stefan Höltgen)

- mithin damit ein Gespür für die Grundfiguren der Programmierung erlangen, im Sinne der "schwachen KI"-These von Searles Gleichnis des "chinesischen Zimmers": braucht "jemand, der in ein Zimmer mit einem Haufen chinesischer Symbole auf Kärtchen und mit Regeln, wie diese Symbol-Kärtchen bei einer bestimmten Ausgangssituation miteinander zu verbinden seien, eingeschlossen wird, [...] kein Wort Chinesisch verstehen, um einem draußen wartenden Chinesen, der Frage-Kärtchen durch einen Türspalt schiebt, durch bloße Manipulation der Symbole sinnvolle Antworten zu geben" [...] = Petra Ahrweiler, Künstliche Intelligenz-Forschung in Deutschland. Die Etablierung eines Hochtechnologie-Fachs, Waxmann (Münster / New York) 1995, 38

Computerphilologie

- entdeckt "Cyberwar"-Aufklärung anhand von Code-Snippets (Codezeilen) Herkunft adversaler Software; ist hier nicht mehr die literarische Rede von "Autorschaft", sondern von Attributionen

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 kontinuierlichen Effekt organischer Transformation als eine Serie diskreter, para- mehr denn syntaktischer Operationen dokumentiert
- Boolescher Suchalgorithmus, also: statt "elisabethanisches Zeitalter" (narrativer Mehrwert ist der Epochenereffekt): "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 *Technológos* ("Lese"); bringt Mensch gegenüber *Technológos* 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 entsprechende 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 Verundunglichung 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 Neuaneignung - und damit eine neue Form von *Erinnerung* nicht mehr im kulturwissenschaftlich emphatischen, sondern technischen Sinn

- unterscheidet Hegel zwischen angeeigneter Erinnerung und technischem Gedächtnis

Sind Medien photographierbar? Software zum Beispiel

- § "Zur Musealisierung von Software - ein 'Unding'", Datei DIGITAL-REIF

- Eingangsfoto HNF-Ausstellung algorithmischwelt-2-Titel.pdf, darin Motto unter Titel lesbar: "Fotografieren Sie doch einmal Software" (Norbert Ryska 2006); stellt sich von hier aus die Frage, inwiefern - gegeben die Definition: technische Mechanismen im "Medien"zustand erst im (signalverarbeitenden) Vollzug - technische Prozesse im Wesentlichen (ontologisch) überhaupt durch Momentphotographie erfaßt werden können; anders Computer gemäß Turing 1937: immer nur in einem Momentzustand; TM also auch (chrono-)photographisch fassbar

- liegt Viehoffs Algorithmen-photographischer Akzent auf der Entdeckung algorithmischer Prozesse im "analogen" Alltag - ganz im Sinne der in Georg Trogemann (2010) erwähnten "Kulturtechniken" (pendelt Trogemanns Text etwas unentschieden zwischen dem techniksoziologischen und dem eskalierten Maschinenansatz); "radikale" Medienarchäologie demgegenüber an möglichst (hoch)techniknahen "Einsichten" (oder ihrer Unmöglichkeit) interessiert, Software in hochtechnischen Prozessen und Prozessoren (dennoch) sichtbar zu machen (indirekt).

- Skizze Viehoff "Die algorithmische Welt" = Die algorithmische Welt-Skizze-Viehoff.pdf, Ordner SOFTWARE-VIEHOFF; bietet vielerlei Anschlussmöglichkeiten: Stichwort "Netz und Transport", das sogleich zu ergänzenden Spekulationen ("intelligentes" Stromnetz etwa) anregt (Stefan Höltgen); ferner David Moises, Installation Ars Electronica Linz 2004 *Turing Train*

- medienphänomenologische Herausforderung / Frage der Photographierbarkeit von Software; stellt neben der Versammlung medientechnischen "Zeugs" im Medienarchäologischen Fundus stellt Software demgegenüber so etwas wie ein "Un-Ding" dar (Flusser)

- sind dem Beitrag von Georg Trogemann "Algorithmen im Alltag", in: ders. (Hg.), Code und Material. Exkursionen ins Undingliche, Wien / New York (Springer) 2010, 158-186, eine Reihe von Viehoffs Photos beigefügt; wird Assoziation mit Flussers "Unding"-Definition bestätigt, mit seiner interessanten Verschiebung der haptischen "Handlichkeit" zugunsten der (binären) Finger, mit denen Tasten AN / AUS ausgelöst, respektive Tastaturen alphanumerisch betippt werden; verschiebt sich Hardware-"Zeug" zugunsten der "Programme" als Un-Dingen; Abgleich mit Heidegger 1927: vor- vs. zuhanden (Hammer als Werk/zeug)

- vgl. Barbara Könches / Peter Weibel (Hg.), unSichtbares. Algorithmen als Schnittstellen zwischen Kunst und Wissenschaft, Bern (Benteli) 2005; thematisch gemeinsam die (Un-)Möglichkeit, informatische Wesen sichtbar zu machen - Medienphänomenologie und / oder Medienarchäologie

- § "Algorithmen im Alltag (Trogemann 2010)", Datei EXZERPTE-EXTERN-PUB = "Produktbeschreibung"
https://www.buecher.de/shop/buecher/code-und-material-exkursionen-ins-undingliche/broschiertes-buch/products_products/detail/prod_id/38037169

- "Die Algorithmische Welt ":

<https://www.hnf.de/ausstellungen/rueckblick/die-algorithmische-welt.html> = § "Die algorithmische Welt" (Ausstellung HNF 2010)",
Datei EXZERPTE-EXTERN-PUB

- konkreten Gegenstand "Software photographieren" zum Anlass nehmen, die ästhetische Herausforderung medienepistemologisch tieferzulegen, im Sinne von Flussers "Undinge"-Analyse: läßt sich im Realen das Operativ-Symbolische überhaupt (oder gerade!) fassen? Kittlers "No Software"-These; gibt es medienarchäologisch keine wirkliche "Undinge"; allerdings Unsichtbarkeit von Strom, nur sekundär (phänomenologisch) fassbar (gleich Faradays magnetische "Feldlinien")

- "Turtle Forward 2017. Programmieren für Kinder leicht gemacht " ein Vortrag von Thomas Schmidt auf der Kurztagung "Kids & Codes" am 08. Okt. 2017 beim Vintage Computing Festival Berlin im Deutschen Technikmuseum Berlin =
<https://www.youtube.com/watch?v=2ErKLFZJcmg>; ab ca. Min. 9 bis 13 spontane Unterweisung zweier Kinder aus dem Publikum: erst Regeln beibringen

- "negative Pädagogik": scheint es ein Zeitfenster für Heranwachsende zu geben, in dem sie besonders offen dafür sind, Maschine zu spielen / zu sein", i. S. Turing 1937

- Sitzung "Ein Un-Ding: Software", PS *Medienarchäologisches "Zeug"*; Primär- / Sekundärliteratur

- Konjunktur von Infrastrukturforschung in aktueller Medienwissenschaft; Ringvorlesung SS 2021 c/o Tkaczyk / von Oertzen *Die Rohstoffe der Medien*

- stellt Software neben der Versammlung medientechnischen "Zeugs" im hiesigen Medienarchäologischen Fundus so etwas wie ein "Un-Ding" dar (wie es Medienphilosoph Flusser in anderem Zusammenhang nennt)

- zwischenzeitlich mit Friedrich Kittler im Himmel (oder in der Hölle?) seine "Es gibt keine Software"-These weiterdebattieren; hat hier innerhalb der Medienwissenschaft ein Stimmungsumschwung stattgefunden: Software Studies (Matthew Fuller, Lev Manovich)

- Turing-Train (Moises) erweitern zum "Netz"begriff, etwa: "intelligentes" Stromnetz / Stromnetz, das auch zur Datenübertragung genutzt wird = Idee Stefan Höltgen

- Querbezug zu § "(Un-)Explainable Artificial Intelligence (XAI)", Datei EXCERPTS-RESEARCH-PUB; AI and Society Webinar series *AI and Society: New Media Literacy and Politics*, organisiert von Tomoko Tamari (Goldsmith College, London): "AI is generally both invisible and unintelligible (how it works) [...] people can't adopt quickly enough to the radical technical transformations"; Forderung von daher: "produce new forms of digital media literacy." = <https://www.gold.ac.uk/calendar/?id=13595>, Zugriff 25. Mai 2021

- der Versuchung widerstehen, hochtechnische Prozesse "immer schon" in Kulturtechniken vorzufinden (Text Trogemann, "Algorithmen im Alltag"); damit Eskalation von "Techniken" zu veritabler Technologie verharmlost

- Bezug zu XAI (un/explainable AI); Metaphysik der undurchschaubaren künstlichen neuronalen Netze; Akzentverschiebung von (nach wie vor möglichkeitsbedinglichen) Algorithmen hin zu datengetriebener Wichtung

- ist Photographie als Still-Stellung falscher Ansatz; wird Algorithmus erst durch schrittweisen Vollzug zur Software; antwortet darauf buchstäblich Chronophotographie; ist es für die übergangsweise Virtualisierung des Medienmuseums mit der reinen "Digitalisierung" ihrer Objekte als Photos nicht getan

Ein Fundus von Software?

- Software photographierbar? Bildband HNF Paderborn *Die informatische Welt*

- 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 Verundunglichkeit 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 Booleschen Algebra; dt.: Verkörperungen des Geistes, Wien / New York 2001. In der realen Welt implementiert, sind logische Schaltungen in der Zeit, konsumieren Schaltzeit

- für eine "experimentelle Epistemologie": "Epistemische Fragen [...] lassen sich, wenn man in den Begriffen der Kommunikation denkt, theoretisch mit Hilfe der kleinsten Signale beantworten, die in Rechenmaschinen Aussagen in Bewegung darstellen" = McCulloch 2001, 67

- "Die symbolische Welt, das ist die Welt der Maschine" = Lacan, Das Ich in der Theorie Freuds und in der Technik der Psychoanalyse, Seminar 2, Weinheim / Berlin 2. Aufl. 1991, 64. Doch es macht einen zeitkrassen Unterschied, in welcher Maschine das Symbolische implementiert wird

- definiert Informatik die "Implementierung" eines menschengeschriebenen Quellcodes (Algorithmus) als Programm in der Maschine, und von "Instanziierung" eines als Programm geschriebenen Quelltextes in Form von Maschinensprache (Compiler oder Interpreter)

- übersetzt Anthony Enns in Kapitel 8 von *Chronopoetics* deutschsprachige Redewendung "Medien im Vollzug" mit "implementation"; meint dies die Durchführung: "In computer science, implementation names the realization of a technical specification or algorithm as a program (that is: software). For example, Word Wide Web browsers contain implementations of

WWW Consortium recommended specifications, and software development tools contain implementations of programming languages" = <http://en.wikipedia.org>, entry "Implementation"

- 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](http://en.wikipedia.org) ("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 *zeitinvariante* Gültigkeit im Unterschied zur *wissensgeschichtlichen* 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

Listing

- Listing im Signallabor früher Heimcomputerspiele; detektivische Code-Analyse zur Identifikation konkreter Autorschaft; was die eigentliche Botschaft (oder der Reiz) für die (damaligen) Programmierer war: weniger die konkrete ludische Szene als das Spiel mit einer an / in die Maschine ausgelagerten Logik respektive die Überraschungen, die sich "listig" entbergen (altgriechisch *mechané*), sobald sich kulturelle Logik auf die Maschine als logifizierte Hard- und Software einläßt - eine andere Lesart des (über-)listing

Algorithmisierung als Programm

- stellt die Jurisprudenz Verfahren zur Verfügung, ansonsten ungerichteten Streit in eine quasi-algorithmische Form zu bringen und damit wertneutral (d. h. ohne Anspruch auf ethische Bewertung oder Wahrheitsanspruch) schrittweise (auf-)zu lösen; "Wannsee-Konferenz" vom 20. Januar 1942 in diesem Sinne lesbar als Initiative der Bürokratie, drohende Exzesse in eine administrativ geregelte Form zu gießen

- Tradition von Descartes, *Discours de la Methode*; Prinzip der Turingmaschine

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 Rätsselfrage auf, in welchem Verhältnis bei Medien Programm und Narrativität stehen" = Kittler 1987: 249

Zur Ästhetik der Programmierung

- identifiziert Winkler Bolz' blosse Behauptung einer Vorgängigkeit von Technik als "entscheidende Differenz zu Kittler, der, von der Technik tatsächlich fasziniert, nicht nur die 'Deckelhauben öffnet', sondern auch in Assembler programmiert" = Hartmut Winkler, Flogging a Dead Horse? Zum Begriff der Ideologie in der Apparatusdebatte, bei Bolz und bei Kittler [*online* www.uni-paderborn.de/~winkler/flogging.html], in: Robert F. Riesinger (Hg.), Der kinematographische Apparat. Geschichte und Gegenwart einer interdisziplinären Debatte, Münster (Nodus) 2003, 217-235 (232); demgegenüber aus den programmatischen *10 Geboten der Medienwissenschaft*: "Du sollst nicht nicht programmieren können"; verlangt doppelte Verneinung (oder vorsichtiger: Litotes) nicht Gleichsetzung mit Informatik, aber ein diagrammatisches Gespür für die Figuren der Programmierung; ist die Unlust zur Programmierung im Gegensatz zur Lust an operativer Diagrammatik (als Verschaltung elektronischer Bauteile anhand entsprechender Lernbaukästen) die radikalere Lesart von Kittler selbst ("Es gibt keine Software"), als radikale Erdung aller techno-logische Medienanalyse in Materie / Energie einerseits, und *lógos* andererseits (trennbar?); artikuliert sich in der Suprematie der "hard-wired" materiellen Programmierung der *Technológos* gegenüber der Versuchung, die Maschine auf das Symbolische zu reduzieren; plädiert Kittler zwischen Black Box-Modell der Kybernetik und radikaler Medienarchäologie für "[...] Synergien zwischen Mensch und Maschine, die zwar auch keine Deckelhauben öffnen, aber doch mit allen Knöpfen spielen" = Synergie von Mensch und Maschine. Friedrich Kittler im Gespräch mit Florian Rötzer, in: Kunstforum Nr. 98 (Januar / Februar 1989), 111 f.

- als Kernfigur von Programmier"sprachen" (formale Logik) die "if / then"-Schleife identifizieren; ent"spricht" ihr (als *Technológos*) im Realen die Rückkopplung

- 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 (Schalt diagramm, 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 Höltingen); 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 symbolische 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.encyclopedia.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

- verscalten / 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, paramehr denn syntaktischer Operationen dokumentiert
- gegen narrativen Effekt Boolescher 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 Subroutinen 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

- hat nicht erst Paradigma der Objektorientierten Programmierung den Computer vom *calculator* von Rechenroutinen zum "Medium" gemacht wie von Casey Alt argumentiert, in Band Huhtamo / Parikka

(Hg.), Media Archaeology (2011), sondern bereits Homecomputing in den 1980er Jahren sowie Retrocomputing heute; abhängig von medienarchäologischem vs. kommunikationswissenschaftlichem Begriff von "Medium"; Sendung 28. Oktober 2022 Feature von Sven Ahnert *Denkmaschine vs Daddelkiste? Frühe Computerwelten - Ein Streifzug* im SRF-Radio ausgestrahlt (Schweiz)

= <https://www.srf.ch/audio/passage/denkmaschine-vs-daddelkiste-fruehe-computerwelten-ein-streifzug?id=12264073>, Abruf 20. Dezember 2022

- darin u. a. Stefan Höltgen, u. a. zum Begriff der Medien- und Computerarchäologie im Anschluss an Foucault; Argument: nicht Geschichte von Computererfindern und -konzernen erzählen, sondern selbst "erzählen" lassen); darin Argument David Gugerli: nicht bestehende Welt in Computer übersetzen (Versuche einer Schweizer Bank in 1970er Jahren), sondern Strukturen dahingehend modifizieren, dass sie computerrechenbar werden; Computer als "alien artefact" für sich selbst sprechen lassen / *Technológos*; C64 eben kein "historischer" Computer: wird Commodore 64 angeschaltet, ist Nutzer nicht im Jahre 1982, sondern Rechner im Jahre 2022 und "macht die Dinge, die ich jetzt mit ihm mache, präsent und zur Gegenwart"; weiter Höltgen: hat nicht nur Mensch mit Computer gearbeitet, auch umgekehrt, "er hat aus ihm einen Menschen gemacht, für den Computer immer selbstverständlicher waren" - Funktionen des *Technológos*"; bringt der Computer den Menschen dazu, "sich Prozesse vorzustellen, die auch für Computer adaptierbar sind" / Operational Research; sind Menschen längst am / im (?) Computer "heimisch geworden" = Höltgen; Gugerli: die Welt so in den Computer verschoben, dass sie eine digitale Wirklichkeit wurde = ebd.; Sven Ahnert: wird man künftig gar nicht mehr von "Computer" sprechen, sondern Art "technische Lebewesen", jenseits Steinzeit des Digitalzeitalters: *mini-brains*, ein Feuerwerk von Nervenimpulsen zündend, biotechnische Kopplung; mithin: Ausblick / Anschluss KI

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, absoluten 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 tatsächliche 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 eingang 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 Fachwörterbuch 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 bedeutet, 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 erlernten, nur als medienarchäologisches 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 Jacquard-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 hineinzusetzen 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" Fotografie; Suchbefehl: "Find origin photograph"

- "clone memory patterns" fehlleitende "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, Korschbroich (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 gegenüber den menschlichen Gegenständen ihrer Referenz" = 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)

- Steckplätze für Hollerith-Sortiermaschinen bereits Programmierbarkeit

- "triviale Maschinen" einfache Input-Output-Systeme; kann Black 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 überlicherweise als Sprachen oder, genauer, als *Programmiersprachen* bezeichnet. [...] 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. Sutherland 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 unterschiedlichen 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 tatsächlich 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, *res gestae* und *narratio rerum gestarum* (im Sinne Hegels) zusammen

- 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 Interface“ 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 (Lejaren A. Hiller / 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 theoretischen 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 Algorhythmic (tanzt Sortieralgorithmen; <http://www.youtube.com/user/AlgoRhythmic>)

- 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 theoreiegeborene 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 - Past* (1974): eine in die Zeit versetzte Rekursion (während jede Rekursion an sich schon der zeitlichen Ausdifferenzierung bedarf, wenn nicht als Farnbild fraktal 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 Sortier Routinen / *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 Verlotung von Leitungen)

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

Lektüren von Computerviren

- medienarchäologische Gretchenfrage, bis zu welchem Punkt die hardwarenahe Analyse gegenüber dem philologischen Codebegriff tatsächlich vernachlässigt werden kann; Moritz Hillers Dissertation über Maschinenphilologie

- Computerviren-Kapitel aus der *Geistervorlesung*; fällt in Unterkapitel 4.3 zum Virus *Bit Addict* auf, wie passioniert der Autor das Agieren des Computervirus beschreibt = Stefan Höltgen, "Be sure to read the source code". Philologische Annäherungen an Computerviren, demnächst in: xxx; medienarchäographische Übung, dieses agierende "Es" weniger subjektzentristisch zu formulieren, vielmehr in der Sprache operativer Diagrammatik

Live-Coding

- Dynamisierung des Beständigen: programmieren "on the fly"; aristoxenischer Begriff musikalischer *dynamis*; analog zu Rolling-Review-Verfahren ("fortlaufende Überprüfung") als "eines der Regulierungsinstrumente, dass der Europäische Arzneimittel-Agentur (EMA) im zentralisierten Zulassungsverfahren zur Verfügung stehen, um die Bewertung eines vielversprechenden Prüfpräparats während eines Notfalls im Bereich der öffentlichen Gesundheit - z. B. einer Pandemie - zu beschleunigen. Die Berichtersteller werden bereits ernannt, während die Entwicklung noch im Gange ist, und die EMA prüft fortlaufend die Daten, sobald sie verfügbar sind" = <https://de.wikipedia.org/wiki/Arzneimittelzulassung>, Zugriff 3. Dezember 2020

Programmieren als Kulturtechnik?

- gilt es "einerseits, die Praktiken zu rekonstruieren, in die Computerspiele eingebunden sind, und andererseits die Art und Weise zu untersuchen, wie sie selbst diese Praktiken konstituieren und konfigurieren" = Holtorf, C. / Claus Pias (Hg.), ESCAPE! Computerspiele als Kulturtechnik. Schriften des Deutschen Hygiene-Museums Dresden. Köln/Weimar/Wien (Böhlau) 2007, 9 f.; bleibt angesichts der nicht-diskursiven respektive "nicht-diskursivierbaren" (Stefan Höltgen) Anteile an Praktiken der Computerprogrammierung ein

Spannungsverhältnis der Kulturtechnikforschung gegenüber der computerarchäologischen Methode; bildet sich mit der Programmierpraxis (und dem maschinenaktiven Anteil darin) etwas zugleich medienepistemisch über die bisherigen Kulturtechniken (des Rechnens, Schreibens) hinaus; von daher zugleich medienanalytischer Einbezug, als auch die Eskalation respektive Emanzipation von "Kulturtechniken" - buchstäblich, weil vom menschlichen Körper / der Hand prozessorintern abgelöst; gabeln sich mit Programmiersprachen Kulturtechniken und transhumanistische "operative Schriften" (Sybille Krämer)

- wo eigentlich die analysierten Programmiersprachen "archiviert" werden / GitHub; Notwendigkeit des (lauffähigen) Erhalts dieses (Medien-)Kulturguts

"Quellcode lesen?"

- zielt das computerquellenkritische Verfahren der *procedural literary* auf eine Ideologiekritik implizierter diskursiver Vorannahmen im Code ab (im Zuge der französischen "Apparatus"-Theorie) und distanziert sich vom "hochgradig technologischen Apriori" im Sinne Kittlers = Martin Stobbe, Quellcode lesen? Ein Plädoyer für Procedural Literacy in den Literaturwissenschaften, in: Sebastian Böck et al. (Hg.), Lesen X.0. Rezeptionsprozesse in der digitalen Gegenwart, Göttingen (V&R) 2017, 47-67 (48, unter Bezug auf: Hartmut Winkler, Flogging a Dead Horse? Zum Begriff der Ideologie in der Apparatusdebatte, bei Bolz und bei Kittler, in: Robert F. Riesinger (Hg.), Der kinematographische Apparat. Geschichte und Gegenwart einer interdisziplinären Debatte, Münster (Nodus) 2003, 217-235); lädt solche Analyse dennoch dazu ein, unter umgekehrten Vorzeichen auch diesen radikal medienarchäologischen Schritt noch zu gehen. Während Winkler das technische Apriori lieber diskursanalytisch historisieren möchte, wird es inzwischen - unter den Bedingungen von Machine Learning - wieder enthistorisiert

- menschen- und / oder maschinenlesbarer Code, als Ausgangspunkt einer Praxis von Humanities (im Sinne einer Medienphilologie) of the Digital - "viel zu reizvoll, um sie einfach verklingen zu lassen"
elektronische Kommunikation Stefan Höltgen, 6. Februar 2021

ZEIT-DISKRETES COMPUTING

Zählen und Zeit

- Zählen "bedingt durch die wesentliche Zeitgebundenheit des Menschen (genauer seine 'historische' Befangenheit)" = Becker 1927 / 1973: 197

- "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.; im Computer zeitkritischer Kampf um paralleles *versus* prozessuales Datenverarbeiten; demgegenüber qbit im Quantencomputing

- "Es entsteht also die Aufgabe, die Stellung der mathematischen Gegenstände zur Zeitlichkeit, diesem exquisit menschlichen Moment des Daseins, zu untersuchen" = Becker 1927 / 1973: 197

- ist das Zählen dem Kind - vor jeder Kulturtechnik - entwicklungspsychologisch nahezu angeboren, nicht aber das Zeitbewußtsein (Piaget); ist "Zeit" als kognitives Konstrukt (frei nach Aristoteles) überhaupt erst aus dem Zählen abgeleitet

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 unhintergebar diskontinuierlichen Auslösung" = Claus Pias, Computer Spiel Welten, Wien (Sonderzahl) 2002, xxx

"The Computer as Universal Time Machine" (Goebel)

- Deutung des Digitalcomputers als Konvergenz von "clock and calculator", im Sinne technischer Medienanalyse (als technologische Rekursion der uralten Kulturtechnik des diskreten Zählens) = Johannes Goebel, *The Computer as Universal Time Machine. Time beyond and for Perception. Freezing Movement While Propelling the Still. Keeping: A Digital Time Capsule*, TS 2021, demnächst in Bd. II von *Programming EMPAC* [Experimental Media and Performing Art Center], Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, NY; die sonische Dimension: die Uhr nicht nur eine "Visualisierung" der Zeit gewesen (S. 10), sondern erinnert als *clock* schon im Namen an die akustische Signalisierung (frz. *cloche*); im Sinne einer "radikalen" Medienarchäologie darin Detailstudie zum Kondensator und dem "slow fade" (S. 54 ff.); in diesem elektronischen Bauteil kehrt die Medienzeit und -speicherproblematik sozusagen *in nuce* konkret ein. Von Seiten der hiesigen "Berliner Schule" der Medientheorie derzeit ein Konzept entwickelt, das über die anthropozentrische Perspektive hinaus die Maschinenphilologie und die objektorientierte Ontologie mit einbezieht - denn es sind nicht mehr nur Menschen, die digitale Daten und analoge Signale lesen; Frage, ob der Parameter "Zeit" überhaupt für eine computernahe Analyse Sinn macht, der doch keinen "sense of time" hat (also nicht *time-based*, sondern stattdessen, wie von Ihnen betont, *time-basing* / Taktung); Norbert Wieners ebenso technischen wie poetischen Begriff der "time of non-reality", die sich im Schaltmoment zwischen "Null" und "Eins" ergibt - verkehrt zur "non-time of computer mateReality", respektive zur "(Un-)Zeit des Digitalen". Sehr anregend ist in diesem Zusammenhang Ihre Diskussion von David Lunts Begriff des "contrast" als Apriori jeder Diskretisierung; Fragestellung, "ob und wie man digitale Daten 'aufheben' kann und damit auch die zeitbasierten Arbeiten weiterreichen kann, die mit digitaler Technologie entstanden sind" = Johannes Goebel, Director, Curtis R. Priem Experimental Media and Performing Art Center (EMPAC); Professor, School of Humanities, Arts, and Social Sciences and School of Architecture, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, NY, elektronische Nachricht (goebei@rpi.edu), 18. Juli 2021; hat 1989 bis 2002 am ZKM gearbeitet, dort das Institut fuer Musik und Akustik sowie das digitale

Archiv im ZKM aufgebaut; gründet seit 2002 in den USA sowohl architektonisch als auch technisch Zentrum EMPAC
<https://empac.rpi.edu/about>

Das digitale Jahr-2000-Problem

- Georges Brigham, *The Year 2000*, in: *Communications of the ACM*, Bd. 40, Heft 5 (Mai 1997), 113-115, und Robert A. Wagner, *Solving the Data Crisis*, ebd., 115-117

- 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 bekannten 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 geschriebene 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 (57 f.)

- 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 umkehrbar, 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

- 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; dazu Wolfgang Hagen, Computerpolitik, in: Norbert

Bolz / Friedrich Kittler / Georg Christoph Tholen (Hg.), Computer als Medium, München (Fink) 1994, 139-

Der (von Neumann-) Computer als zeitkritisches Medium

- "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

- setzt "Neuzeit" buchstäblich nicht mit politischen Revoluzionen, sondern mit der mechanischen Räderuhr, also mit der Taktung von Zeit ein

- Computer ein Kanal, der rechnet; bedeutet der Übertragungsakt in einem neuen Sinn Prozessualität; kommt damit 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 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; war es in medienarchäologischer Tiefe die Räderuhr, die der Kultur ihren chronotechnischen 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 [sc. a biological system / organism] may swing from a state of utter tranquility into one of a dozen or two modes of behavior: attack [...]"

Zeitverzug: 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 gained by 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

Radikale Ver(un)zeitlichung: das "Interrupt"

- 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; erlaubt *lightgun* menschenseitig die (inter-)aktive Selektion kritischer 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 Zeitpunkten zu unterbrechen und 'Umwelt' wahrzunehmen", formuliert Pias unter impliziten Bezug auf das Vokabular der Systemtheorie; nachrichtentechnischer Ursprung (Version Shannon) derselben

- 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 Kommunikation 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 Systemstelle zum Zeitpunkt der Abfrage nicht vorliegt oder nicht zwischenzeitliche gebuffert wurde, existierte folglich nicht" = Pias 2002, Kapitel "Action", xxx

Computer-Zeit im Internet

- "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" = Paul Baran, Distributed Communications, I, 24 zitiert nach: Beitrag Giessmann in Volmar(Hg.) 2008, § "Wiederkehr der Post. Paul Barans Zertreuungen"

COMPUTERSPIELE

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 Echtzeitsystem, 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 Adelman 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 International 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*. Befohlenen Spiel ist kein Spiel mehr" = Huizinga 1987: 16; Panel BootLab Berlin, 12. Februar 2003, Thema *Computerspiele*
- *regelgeleitetes* Handeln / Spielregeln, um überhaupt Kompatibilität herstellen: eine Konvention, die an Shannons Code-Modell der Kommunikation erinnert
- meint engl. *to play* ursprünglich auch „schnelle Bewegung, Gebärde, Handgriff, Spielen auf einem Musikinstrument, lauter konkrete Handlungen“ - und meint damit eher den physiologische Aspekt denn den Inhalt; siehe Institut Wundt in Leipzig um 1900
- im Kampf um / gegen die Narration: Zählung (Kalkulation, digital) statt Erzählung. Gegen die Anthropomorphisierung der digitalen Kommunikation
- Eintrainieren einer Kulturtechnik jenseits des Narrativen; Computerspiele Training für Reaktionsgeschwindigkeit; Einübung einer neuen Zeitkultur: zeitkritisch (re-)agieren
- entstand Computerspiel *Space War* zu Beginn der 60er Jahre von gelangweilten Beobachtern von Flugbahnen von Interkontinentalraketen auf Schwarz-Weiß-Display; erst, seitdem es diese Oberflächen gibt, Computerspiele als Darstellung, ansonsten MUDs, rein textuell
- Spielfreude als Unterwerfung unter ein System, "wie man es überall dort findet, wo die Fortbewegung es Menschen geregelt ist" = 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 Medienwissenschaft nicht inhaltlich auf Computerspiele, sondern betrachten sie als maschinale Ästhetik: Computerspiele sind die Spiele des Computers selbst
- narrative Kino-sequenzen (cuts) in Computerspielen werden schnell weggeklickt. dekonstruiert also Hollywood-Narrativik. Bedarf es eines narrativen Kerns? Eine Verknüpfung ist nicht schon eine Narration, sondern eine Topologie
- kommerziell erfolgreich war gerade Pong, nicht Odyssee: mit hohem Maß an Abstraktion

- kommt am Computerspiel die Ästhetik des Computers zu ihrem eigenen Recht, oder wölbt sich die kulturelle Tradition (narrativ) wieder darüber
- Unterschied zwischen Computerspiel zum Mensch-Ärgere-Dich-nicht-Spiel: das Ergodische; das Zeitver(h)alten
- Game Science Center Berlin; wird der menschliche Besucher vom intellektuellen Nutzer des Computers (sprich: Programmierer) in ein vielmehr affektives, kognitives, psychomotorisches 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 *Tetris*, oder *Shooter*)
- für Genealogie des Computerspiels bequeme Begrifflichkeit entwickeln, also eine solche, die nicht aus anderen kulturellen Genres geborgt wird, sondern angemessen ist dem Daseyn des Rechners; nicht Begriff des „Genres“, sondern von der Maschine her denken unter der Prämisse, daß Computer als neuartige, neutrale Universalmaschine begriffen wird, nicht schlicht weiteres Medium im Unterschied zu Vorgängermedien
- erstes Element, das sich vom Fußballspiel auf Computer übertragen hat, waren die Tabellen - weil dem Rechner angemessen
- Netz bringt eine andere Form von Computer hervor
- Verwechslung von Shannons Kommunikationsbegriff für Computer und menschlichem Kommunikationsbegriff : nicht angleichen, sondern Differenz produktiv machen
- ehemals Exportbeschränkungen PlayStation aus Angst, Konsole könnte für Fernlenk Waffen genutzt werden

- vor Ardennenoffensive 1944 Planspiel der Kommandeure (Spiel mit preußischer Vergangenheit). Model: läßt einlaufende Nachrichten in das Spiel integrieren

- andere Formen, Zeit zu organisieren

- haben Computerspiele den Computer dem Menschen angepaßt, nicht länger umgekehrt

Computerspiele: scheinbar narrativ, tatsächlich die Dekonstruktion der Erzählung

- 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

- *vorprogrammiert* das Gesetz dessen, was im Computerspiel sag- resp. spielbar ist, als *Archiv* im Sinne Foucaults: „The skill of the storyteller, whether conventional or interactive, `lies in the ability to suggest an open future at every point of the narrative, while having, of course, planned or „programmed“ the progress and resolution in advance“ = Alison McMahan, The effect of multiform narrative on subjectivity, in: Screen 40:2, Summer 1999, 146-157 (149), unter Bezug auf: Thomas Elsaesser, Cinema Futures: Cain, Abel or Cable? The Screen Arts in the Digital Age, Amsterdam (Amsterdam UP) 1998; liegt keine Erzählung, sondern ein topologisches Modell vor; eine Verbindung zwischen zwei Punkten, auch wenn ein zeitintensiver Verlauf dazwischengeschaltet ist, noch keine Erzählung; diese Verbindung noch nicht kausal (Ricoeur)

- liegt Autorität der Erzählung in der Möglichkeit des Todes – die implizite Voraussetzung von Ricoeurs *Temps et récit*. Computerspiele aber machen diesen finalen Punkt reversibel: "da George keineswegs unsterblich ist, sollte man zwischendurch immer wieder mal den aktuellen Spielstand abspeichern – andernfalls ist die Mission vielleicht ganz plötzlich beendet, und der Arme muß wieder ganz von vorne beginnen" = Christian Bles (Rez.), über das Adventure-Spiel xxx, in: Der Tagesspiegel (Berlin) v. 2. Dezember 1996

- Mikrochip ZX-81 (1981) mit nur einem Kilobyte RAM; das Kostbareste seinerzeit nicht Prozessoren (CPU), sondern Speicher. "Was in der Frühzeit der Computerspiele noch reine Not war, wurde später zu einer Tugend und mehr noch zu einem Sport: Spiele mit möglichst wenig Speicherverbrauch zu programmieren" (Stefan Höltgen, 21. Juli 2017, Signallabor HU *Game Circuit*), von wenige Byte umfassendem Spiel Pong, das allein im RAM-Speicher der Atari VCS (also ohne Steckmodul) läuft, bis zum minimalistischen Tetris-Spiel, das *im* Betriebssystem stattfindet, also mit dem Booten selbst geladen wird; zu Spielende stürzt das gesamte Programm / System ab

- Prototyp des speichereffektivsten Labyrinth-Spiels: Shannons *Theseus*-Spiel (präsentiert vor Macy-Konferenz 1951) auf Relais-Gedächtnisbasis für *trial and error*; im Grunde identisch mit einem Graphikprogramm zum Zeichnen eines Labyrinths mit Bleistift und Radiergummi auf Papier; Turing(maschine) 1937

- sehen Computerspiele aus wie Geschichten, sind aber tatsächlich Baumstrukturen, *routing*, das eher postalisch denn narrativ zu begreifen wäre: als nachträgliche Narrativisierung einer Karte, eines

eher topologischen Settings, durch den Gebrauch. Erst der Input des Unerwarteten aus der Umwelt, das Unkalkulierbare des Spiel(er)verhaltens, erlöst das Spielsystem aus seiner Autoreferentialität. Bleibt die Differenz von Interaktivität und *story-telling*:

- "Niemand auf der Welt kann bis jetzt sagen, wie das interaktive Erzählen funktionieren wird. Es gibt Versuche, für diese neue Form Modelle aus den uralten Geschichten, den Mythen und Märchen herzuleiten. [...] Es wird eine Generation von jungen Autoren heranwachsen, für die es ganz selbstverständlich sein wird, daß eine Geschichte aus Bits und Modulen besteht, die an andere Geschichten und deren Module „andocken“ können = Edgar Reitz, Bacchantisches Erlebnis (zum Film der Zukunft), in: ZKM Karlsruhe, *Mediagramm*, Januar 1996, 14

- graphentheoretisch ein Adventure-Computerspiel schlicht das, was einen Anfang und ein Ende hat („homerisches Erzählen“ nach Auerbach: alles, was sich zwischen Punkt a und Punkt b abspielt – *binary space partitioning*; dies aber bildet zwar eine Gestalt, doch noch keine Geschichte). Ein 100m-Lauf aber bildet noch keine Geschichte (es sei denn, wenn mit den Figuren einer dramatischen Struktur versehen). Die – im Sinne Ricoeurs für Erzählung konstitutive – Logik der Zeit fehlt bei Adventurespielen; hier figurieren vielmehr Entscheidungsbäume; Genettes Erzähltheorie geradezu auf Videospiele hin geschrieben (Argument Britta Neitzel); Netze die Alternative zur Erzählung

- Computerspiele nicht film- oder fernsehwissenschaftlich, sondern computerarchäologisch betrachten; vor diesem Hintergrund eine Medienkultur denkbar, die aus den Codezeilen der darunterliegenden Programme, Notationen, Partituren die *Adventures* in ihrer Virtualität selbst zu lesen vermag, etwa zwei- oder gar dreidimensionale Bilder aus alphanumerischen, eindimensionalen Zeichenfolgen; statt Erzählung "Narrativität" im Sinne von Zählung; einmal in ihre narrativen Einheiten (Module) segmentiert, wird eine Geschichte auf ihren Sinn i. S. von Vektor hin, als Richtung, dekodierbar.

- analogelektronische Videospiele, am Fernsehmonitor angeschlossen, noch aus rein elektronischen Schaltungen / Spannungen aufgebaut; das Bild beruhte auf der Logik der Fernsehübertragung; demgegenüber das Computerspielbild am Fernseher aus der Computerspielkonsole die Funktion einer Informationsverarbeitung; solch visuelle Interaktivität ist das Phänomen einer Programmierbarkeit des Bildes selbst; Computerspiel *ist* ein Computerprogramm

- gibt es Erzählungen, die den Zuschauer an der Erzählung teilhaben lassen oder eben nicht – in Differenz zum schlichten Begriff der Narrativität. Tod und Unterbrechung stehen im Bund. Stefan Heidenreich betont, daß Narration im Film auf den Tod hinaus läuft, irreversibel; im Computerspiel dagegen gibt es jeweils eine Chance zum Neuanfang oder zur Wiederaufnahme. Anstatt des Finales herrscht also eine non-narrative Zeitkultur der Unterbrechung, rekursiv.

- Computerspiel ein praktisches Unterlaufen der von G. E. Lessing 1766 behaupteten medialen Differenz ästhetischer Zeichenregime. Im Sinne Lessings sind narrative Formen ein Effekt der Medien, die ihr Format steuern: "Genette unterteilt narrative Zeit in drei Kategorien, die jeweils als Relation zwischen dem einzelnen Ereignis und dem narrativen Ganzen gesehen werden müssen: Reihenfolge, Dauer und Frequenz. So ist die Reihenfolge eines gedruckten narrativen Textes die Beziehung zwischen den Zeitlinien der erzählten Welt und ihrer spezifischen Anordnung in der Erzählung. Genette beschreibt diese Reihenfolge als festgesetzte Größe, die sich meiner Meinung nach als charakteristisch für die Materialität des gedruckten Buches erweist" = Karin Wenz, Narrativität in Computerspielen, in: / Sigrid Schade Christoph Tholen (Hg.), *Konfigurationen. Zwischen Kunst und Medien*, München (Fink) 1999, 209-218 (213)

- 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 Endzustands 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 syntaktisch richtig sind, "etwas Sinnvolles" zu tun und auf einer zweiten semantischen Ebene, ihrem Programmtext, eine poetische Kraft entwickeln. [...] In diesem Fall besteht sogar eine Beziehung zwischen dem, was das Programm tut und dem, was es auf der sprachlich-poetischen Seite aussagt" = Vortrag auf der HyperKult 8, Lüneburg (Juli 1999); hier zitiert aus der Vortrags-Kurzfassung des Tagungsreaders

- hat es Computerprogrammierung immer schon mit narrativen Sequenzen zu tun: "Dann liegt es nahe, zu versuchen, das <sc. Ablauf->Diagramm von vornherein so zu schematisieren, daß es in irgendeiner Form abgelocht werden kann, also zugleich geschriebenes Programm ist. Dies ist nicht in dem trivialen Sinne gemeint, daß man jede Maschinenoperation ins Diagramm bringt <wäre *visual programming*> [...]. Das Diagramm soll nur die logisch erforderlichen Schritte in der richtigen Reihenfolge enthalten" = xxx Zindler, Probleme der Programmierung, in: Allgemeines Statistisches Archiv 43 (1959), xxx-377 (371)

- also eine mithin narrative (Bild-)Sequenz. Narrativität und Programm(ieren) im Widerstreit: "Und einmal mehr taucht die 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, unhintergebar, 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 prädestinierten Vorschrift nicht mehr im Sinne einer sequentiellen Erzählung, sondern bestenfalls im Sinne einer vordefinierten algorithmischen Struktur folgen und damit dynamisiert sind. Der Begriff Ergodik ist für die Physik aus dem Griechischen (*ergon / hodos*) entlehnt und meint ein Werk, das buchstäblich erst auf dem Weg entsteht; meint "a type of discourse whose signs emerge as a path produced by a non-trivial element of work"

- Emulation von *The Speaking Clock*:

<http://programmatology.shadoof.net/downloads/speakingClock.sit>, compressed file for Mac to un-compress and read through a freely available emulator for Mac Classic such as SheepSaver. Our digital archivist here points to this

tutorial: redundantrobot.com/sheepsaver-tutorial. Someone was able to get the "Speaking Clock" Hypercard stack working with SheepSaver OS 8: <http://elmcip.net/creative-work/speaking-clock> (Hinweise Lori Emerson, November 2015)

- finale Version des Screencasts zu *The Speaking Clock* in YouTube-Konto der Medientheorie HU: deutsche Version:

<https://youtu.be/ZHyni32CyQA>, englisch

<https://youtu.be/GY7NMslGm94>

- entstehen ergodische Phänomene, zumeist in Rechner gebettet, in kybernetischen Systemen im Sinne Norbert Wieners - also „a machine (or a human) that operates as an information feedback loop, which will generate a different semiotic sequence each time it is engaged" = ebd., 32f.; 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 Halbwertszeit als jedes andere Speichermedium (ausgenommen natürlich Granitgravuren). Wir alle werden also durch unsere Tätigkeit zu bewussten Archivaren unseres zeitlichen Umfelds" = Peter C. Krell, <http://www.game-face.de>

- Konferenz über Narrativität und digitale Medien an Yonsai-Universität, Seoul (März 2004); Computerspiel-Arenen in Korea, gegenüber der Tradition des Kinos; 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 Videospiele

Entwicklerperspektive nicht außer Betracht lassen, "wie eine Theorie der Medien den Buchdruck als Kulturtechnik mit in Betracht

zieht" = Kommunikation Peter C. Krell, 14. Februar 2003, zu Game Face.

Deutschsprachiges Computer- und Videospiele Entwickler Magazin; "im Heideggerischen Sinne eine geisteswissenschaftliche Verantwortung [...], die eng an das Konzept der deutschen Sprache gebunden ist und die es zu verteidigen gilt. [...] Gleichzeitig gibt es eine Reihe von sprachlichen Nuancen, die den Gebrauch der deutschen Sprache verführerisch werden lassen [...] (siehe Goethe, Kant, Hegel, Helmholtz, Ebbinghaus, Freud, von Neumann, Bense, Kittler u.v.a.)" = ders.; Computerspielkultur: "scheint die Technik der Kultur vorauszuweichen, obwohl man sie als Teil derselben begreifen muss. Wieder einmal zeigt sich (frei nach Heidegger) ganz deutlich, dass das Wesentliche des Technischen nicht das Technische selbst ist" = ders.

(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 Programmiersprache 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 Iser's "Rezeptionsästhetik", diesmal auf Code-Ebene

- Vortrag 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

Das Wissen von Minecraft

- <https://www.uncensoredlibrary.com/de>; eine Bibliothek in Minecraft komponiert, die den Zugang zu zensierten Schriften ermöglicht = elektronischer Hinweis Thomas Fecker, 5. Februar 2021; entsprechende Lesesäle "Russia", "North Korea", etc.; Video: <https://www.uncensoredlibrary.com/de/v/making-of>; hat dieses Projekt indessen die Genealogie der Nationalbibliotheken aus dem Geist der Zensur (Belegexemplare) vergessen

- in welchem Maße Minecraft inzwischen die Welt modelliert, und aus einem Computerspiel politische Aufklärung wird (inklusive seiner eigenen Möglichkeitsbedingungen, dem Computer: Projektseminar Stefan Höltgen, elementarer Computerbau mit "Redstones"

- kommt angesichts der klassizistischen Fassade der "virtuellen" Bibliothek unter Minecraft sogleich das Hauptgebäude der Humboldt-Universität in den Sinn; inzwischen auch die Institution der Universität in Minecraft emuliert? endlich eine (Geister-)Vorlesung im Oxymoron der "virtuellen Realpräsenz" veranstalten

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 Service, 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 *gegebenen* 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 in die 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

- lassen sich elektronische Bauteile im diskreten *computing* funktional ersetzen (Hardware-Emulation) - die Röhre durch den Transistor, diskrete Transistoren durch Integrierte Schaltungen; nicht aber etwa der Kathodenstrahl einer Videoinstallation wie Nam June Paiks TV Crown (1965 / 1989), wo die Elektronenstrahlen durch Signale zweiter Audiosignale moduliert werden (Lissajous-Figuren): bedarf unabdingbar der Kathodenstrahlröhre als Bildschirm; s. a. Iolanda Ratti, the Specificity of the Video Installation, in: Barbara

Ferriani / Marina Pugliese (Hg.), *Ephemeral Monuments. History and Conservation of Installation Art*, Los Angeles (Getty Publications) 2013; medientechnisches *re-enactment* nur mit entsprechender Hardware möglich; in diesem Fall nicht ersetzbar durch Flüssigkristall- oder Plasmabildschirme; tragen solche Werke einen (technik-)historischen Index, der nicht in funktionaler Zeitlosigkeit (das operative Diagramm) aufgeht - *tempo extratemporale* = Cesare Brandi, *Theorie der Restaurierung* [1963], hg. u. übers. v. Ursula Schädler-Saub / Dörthe Jakobs, München (ICOMOS Dt. Nationalkomitee) 2006, 169

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-ts* durch Kondensatoren (Eimerketten)
- birgt das Konzept der Universellen Turingmaschine selbst schon die Emulierbarkeit aller Maschinen, welche sich diskret notieren lassen, in sich

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 Gegenstand ähnlich', vielmehr geben sie 'die Garantie' für diese Ähnlichkeit dadurch [...], dass sie sozusagen ein Erzeugnis dieses Gegenstandes 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 von 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 technologischen Apparatur, nicht schlicht dessen Phänomene als Wirkungseffekte auf die menschliche Wahrnehmung, simuliert werden

- Emulator für Amstrad CPC 6128; damit hardwarenahe 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 Operation 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 Epistemologie des Samplings und der Analog-Digital-Wandlung dissimuliert)

- Emulation: vermag Computer X Programme und Daten von Computer Y zu starten und zu verwalten, auch bei verschiedenen Prozessoren; "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

- ist ahistorischer Natur, was hier insistiert; gehört es vielmehr der techno-logischen Zeit an und beißt damit fortwährend gleichursprünglich

- 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 zusammzusetzen [...]. 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), 348-363 (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."

- analog zu Searles Differenzierung zwischen "schwacher" und "starker" KI: beansprucht Simulation keine Wesensgleichheit, lediglich Modellbildung (analytisch) und Effektbildung (phänomenologischer Ansatz), *versus* Emulation als gleichursprünglichem (tatsächlichen Mit-)Vollzug des primären *computing*

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 define 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 Mikroprogramme 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 Programmiersprache ablesbar sind, eröffnen sich hier sinnfällig in ihrer Materialesemantik. 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 das gleiche 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 verflissenen 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-scram-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 Computing Festival*, Berlin; Emulation Funktionsgleichheit in einer zeitinvarianten Weise; lassen sich Computer ihrerseits auf symbolischen Maschinen nachvollziehen (Prinzip Turingmaschine); Unterschied zu festverdrahteten Medien: vermag ein aktuelles Radio kein früheres Radio in seiner technischen Konkretetheit 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 Zeitgespinnst 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 überlicherweise 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 gemäßregelt

- 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 Systems. 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 Problems 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 simulierte 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 erhält 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 Verdinglichung 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 / Computerspielmuseum 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 Information (die medienarchäologische Deutung); "IF timedEvent ... Interrupt"

- Basis für Paradigma der Emulation die Persistenz der von-Neumann-Architektur

- *funktionale* vs. hardwaretreue Emulation (*reverse engineering*) einer antiken Computerspielkonsole durch PC: "physisches" *mimicking* der Konsole / Plattform (im BIOS), und Emulation der *cartridge* durch Software (ROMs) = James Conley et al., *Use of a Game Over: Emulation and the Video Game Industry. A White Paper*, in: *Northwestern Journal of Technology and Intellectual Property* (2004); wird Plattform inzwischen auf / als Field Programmable Gate Arrays emuliert und in äußerlicher Gestaltung (Haptik) durch US-amerikanischen Hersteller Analogue nachgebildet (imitiert), vs. Medienarchäologie: "We're preserving history with FPGA hardware" = <https://www.analogue.co/super-net>, zitiert nach: Medal 2022: 16; Bezug auf: Andreas Lorenz, *Auf neuen Pfaden mit alten Spielen. Retrogaming-Technologie für Bibliotheken*, De Gruyter 2020; ferner: Andreas Lorenz, *Auf neuen Pfaden zu alten Spielen. Retrogaming-Technologie für Bibliotheken*, Bibliotheksdienst, De Gruyter 2020, Abschnitt 8 "Vom Dolmetscher zum Native Speaker: FPGAS"

- zwischen historischem Original und technischer Emulation: werden antike Videospiele zu "Klassikern" in ahistorischer Invarianz (analog

zum kunstgeschichtlichen Begriff "klassischer" antiker Plastik, vs. Historisierung durch Winckelmann)

- inverser zeitkritischer *scan*: Emulation des Ninendo Entertaining System (NES)-Spiels Duck Hunt (1985) mit "analoger" Spielzeugpistole (MAF) am analogen Kathodenstrahl-Fernseher, der Signale an den Lichtsensor innerhalb der "light gun" sendet, sobald der Spieler dieselbe triggert; wird der Bildschirm "in Millisekunden komplett schwarz, um den Lichtsensor in der Pistole zu aktivieren. Daraus [sic] folgt eine weiße Box, welches die virtuelle Ente darstellt. Wenn in diesem winzigen Zeitraum" - *delta t* - "die weiße Box [...] von dem Lichtsensor erfasst wird, gilt dieser Schuss als ein Treffer." = Raúl Zeas Medal, Emulation antiker Computerspiele, Hausarbeit (MAP) Seminar *Medienarchäologisches "Zeug"*, HUB SS 2022, 7. Oktober 2022, 14, unter Bezug auf: Ashish Tiwari, How did The Ninendo Game Duck Hunt Work?, in: *Science ABC (online)*; inzwischen digital emuliert; fehlerbehaftete "Übertragung" i. S. von Loebel, *Lost in Translation*; nicht "reibungslös" (Medal): Friktionen

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 Colorado, 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 Langzeitarchivierung) 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.

(COMPUTER-)TECHNIK LAUFFÄHIG KONSERVIEREN

Notizen zum Workshop *Techniktheater. Kleincomputer und Schaltkreise aus der DDR: Was können wir von historischer Technik lernen?*, 26.- 28. April 2023 an der Otto von Guericke-Universität in Magdeburg (wissenschaftlich organisiert von Sebastian Döring)

x entsteht Technik nicht nach gesellschaftlichen Bedürfnissen (nur nachgeordnet / Kollateraleffekte), sondern nach eigenem technologischen Recht einerseits, und menschenseitig andererseits: um des Wissens willen, nicht funktional oder anwendungsorientiert (die Differenz der altgriechischen Episteme gegenüber Kulturtechniken anderer Hochkulturen)

- neben Original Funktionsmodelle stellen

x Existenz als materiell-logische Doublette

- Duplikat / Replikat: medienarchäologische Rekonstruktion vs. Reparatur (Matthieu Vlamincq, ZKM Karlsruhe)

- ICOM-Richtlinie 2.8 Definition "Arbeitssammlungen": Schwerpunkt auf Prozessen

- frühe interaktive Medienkunst-Installation Frank Fietzek, Die Tafel (1993), nun unter Rekonstruktion am ZKM in Karlsruhe: wird durch Eingabe an Computertastatur vermittels der Maschine ein Text an die reale Tafel geschrieben, mit Kreide

x Flusser über die Entropie der Tafelkreide

- Achillesferse des Funktionserhalts: elektrische Kontakte

x Fluxus Art ephemär *per definitionem*

- Jeffrey Shaw, Virtual Sculptures (1981), basierend auf Sublogic 3D Programm-bibliothek; Software übertragen oder auf Original-Datenträgern sammeln?

x stellt sich hier konkret die Frage nach der "Verleimung" (Lacan: *englué*) der symbolischen Ordnung mit dem MateRealen

- 1 Megabit-Speicherchip (DDR 1988) i. U. zum Prozessorchip: unterschiedliche Dichte der hochintegrierten Schaltung / Komplexität des Schaltkreises

- ist ein undokumentiert überlieferter Vintage-Computer nicht der *worst case* für technische Sammlungen, sondern die grösstmögliche medienarchäologische Chance: der medienepistemische Spannungsmoment, seine logischen Funktionen herauszufinden / zu entbergen, als *white boxing* im Sinne von Fischers Durchschau der Ashyschen "Black Box" sowie der Dechiffrierung des deutschen ENIGMA-Codes von Seiten des Colossus-Computers in Blechley Park

- "das sinnvolle Booten der Maschine" (Constanze Czech, Rechenwerk Halle)

Morgane Stricot (ZKM Karlsruhe), zur Wiederinstandsetzung der Z22:

- in Z22 eine Batterie, um im Falle gegebener Schwankungen im Stromnetz (Trafo) aktuellen Datenstand zu sichern

x Turing 1937: algorithmisierter Rechenvorgang der TM jederzeit unterbrechbar für Kaffeepause; notwendig lediglich Notiz des aktuellen Maschinenzustands

- Ziel der Wiederinstandsetzung angetrieben von (*late*) Peter Weibels Vision, einen von Zuse programmierten Poesie-Generator mit / in Form der Z22 wieder lauffähig zu machen und *neue* Gedichte damit komponieren zu lassen

x es dichtet

- ein "Wort" in der Informatik eine plattformunabhängige symbolische Einheit

x mithin: buchstäblich logozentristisch; indessen: jeweilige technomathematische Konkretisierung als *computing* nicht nur - wie Diskussion Derridas (Die Wahrheit in der Malerei) des Verhältnisses

von Bild und Rahmen, Schuh und Sohle (Heidegger, Ursprung des Kunstwerks) - Beiwerk / *parergon* (Kant), sondern wesentlich verleimt (Lacan: *englué*) mit Logos der Information; Wieners Definition ihrerseits ein dynamisierter Logozentrismus?

x liegt die materialistische "Historizität" des Verhältnisses symbolische Ordnung / Reales in jeweiliger stofflicher Konstruktion als Hardware, vs. Zeitlosigkeit der logischen Ordnung; Zylog Z80 durch DDR in 1980er Jahren *re-engineered*

x Techno/logie äquivalent zu de Saussures Differenzierung von *parole / langue*

- restaurierten vormals Veteranen Baumann / Kämmerer die Z22 (Dauerleihgabe des Landes Baden-Württemberg) im Karlsruher ZKM

x verkörper(te)n beide (der eine: Elektroniker, nun verstorben; der andere: Informatiker) die exemplarische Asymmetrie des / als aktuales *computing* vs. metamathematische Komputation

x Asymmetrie im dialektischen Begriff des Digitalcomputers (anders: Analogcomputer, der mit Physik der Welt / Hardware selbst rechnet) als Techno/logie synthetisch "aufgehoben" im Emulator, oder dieser nur eine Verschiebung dieser unvordenklichen Differenz? bleibt Entscheidung Hardware- vs. Software-Emulator

- scheitert Emulations-Ansatz in der Medienkunst-Konservierung bei Artefakten wie SGI (der massiven Parallelität der Hardware-Operationen geschuldet)

- einstige "open source"-Philosophie der Zuse KG für Z22: jeweils individuelle Modifikationen von Seiten der Nutzer gewollt und gestattet; kompliziert aktuelles *re-enactment*

x weil technologische Idiosynkrasien kaum nachvollziehbar

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 deutete 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 / Alphabets, das Linguet als ausreichend für kurze Buchstaben erachtete" = ebd., 218 f. / Aschoff 140 ff.

- war es eine kulturtechnisch grundlegende (buchstäblich archäologische) altgriechische Operation, elementare Buchstaben zugleich als Zahlzeichen zu verwenden, welche das Digitale praktikierbar machte: „Der erste Schritt <zur Telegraphie> bestand [...] in dem Versuch, die einzelnen Buchstaben des Alphabets *durch die Zahl* der ihrer Stellung in der alphabetischen Reihe entsprechenden optischen Fackelzeichen (*alpha* = 1; *beta* = 2; *omega* = 24) auszudrücken" =

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"

- Publikation Shintaro Miyazaki, Counter-Dance: in einem Anhang (oder Einschub) ein Stück (counter-)algorithmischen Code einfügen, in einer "executable" Version, um mutige Argumentation auch technologisch zu "erden"?

- Heinrich Heine: "Welche Veränderungen müssen jetzt eintreten in unsrer Anschauungsweise und in unseren Vorstellungen! Sogar die Elementar-begriffe von Zeit und Raum sind schwankend geworden. Durch die Eisenbahn wird der Raum getötet, und es bleibt uns nur noch die Zeit übrig"; noch menschsinn-zentrierter (phänomenologisch-kognitiver) Ansatz; wird durch Telegraphie unterlaufen

- verwenden Carl Friedrich Gauß / Wilhelm Weber, Göttingen 1833 ursprünglichen physikalischen Versuchsaufbau für erdmagnetische Messungen auch als elektromagnetischen Telegraphen (über Drahtleitung) mit binärem Code; Meßmedien als analytisches Vorspiel zu darstellenden Medien

- Ein (im Sinne von Bertolt Brecht über das Radio) "unbestelltes" Kommunikationsmedium? Heinrich von Stephan: Es gibt genug Telegraphen, doch nicht genug Telegramme.

- sonische Artikulationen der Telegraphie; Popovs elektromagnetischer Blitzmelder: "Indem ich parallel zur Klingel einen Aufzeichnungsmechanismus anbringe, der eine Linie auf

einem Papierstreifen, der wiederum durch eine Uhr [...] angetrieben wird, hinterlässt, erhalte ich ein Gerät, welches jede elektrische Welle aus der Atmosphäre, die den Kohärer erreicht, aufzeichnet" = xxx Popov, Die Verwendung eines Kohärrers. 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 hänge, würde ebenso unvermeidlich wie buchstäblich ausschreien, was sich als telekommunikatives Zeichen buchstabierte. [...] genau dieser animalische 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, Karlsruhe 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 selbst zum Informationsmedium; Länge / 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 Wissenschaften: 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

Kein Daten"strom": Tiefseekabelnetze

- Sprecherin: "Die ganze Zeit floss tief unten, auf dem Grund des atlantischen Ozeans ein gewaltiger Datenstrom." = Skript zur "SWR2 Wissen"-Radiosendung 3. März 2021 *Das Geschäft mit Tiefseekabeln* – *Wer kontrolliert den Datenverkehr*, von Tassilo Hummel und Jan Karon, Produktion: SWR 2021; obsiegt die (Zeit-)Flußmetapher gegenüber dem radikal diskreten / "digitalen" Charakter gepulster Nachrichtenübertragung, welche die Telegraphie im 19. Jahrhundert (*Victorian Internet*) mit der Datenübertragung des tatsächlichen Internet kurzschließt; war das 19. Jh. noch "stetig" im Sinne eines historisierenden Zeitbegriffs, ist das 20. / 21. Jh. "algorhythmisch" (Miyazaki)
- stellen Telekommunikations-Unternehmen die Möglichkeit derselben bereit; handeln "die Tech-Konzerne dagegen mit dem Inhalt selbst" = Sprecherin, Skript SWR2

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 Klopffeister spiritistischer 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 Unverzögerlichkeit der Telegrafie, sondern nur postalisch, d. h. nach-

träglich überbracht: im alphabetischen Code der Schrifturkunden, Akten

- führte die internationale Telegraphenleitung mitten durch Tiflis, machte die Stadt damit zur Relaisstation ost-westlicher Kommunikation; mit Telegraphie zugleich Entortung zur Durchgangsstation, zugunsten eines Graphen; Verstärkung durch *repeater regenerator* / Erfrischung der Signale

- Signale aus der Vergangenheit zunächst als archäologische Hardware: "Als die deutsche Wehrmacht im Rußlandkrieg vorübergehend bis in den Kaukasus vorstieß, fanden die Soldaten Reste von eisernen Masten mit der Aufschrift "Siemens Brothers". Das waren die Rudimente der Landtelegrafienlinie London-Kalkutta aus dem Jahr 1870 [...]" = Tetzner 1995

- telegraphische Kommunikationsmedien; verschiebt sich das Verhältnis von Materialität und Code; liegt Technologie in einer materiell kodierten Form vor; Aufgabe der Medienarchäologie in der Entschlüsselung des diesen Objekten zugrunde liegenden Kodes

- Freileitung mit je zwei 6-Millimeter-Stahldrahtleitungen auf Porzellan-Isolatoren, welche Großbritannien über Moskau und Odessa, dann Tiflis und Teheran mit Indien verbanden - die gleiche 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 den gleichen Akt der Induktion, der auch die technische Grundlage von Telegraphie bildet. Keine unmittelbare Lektüre als dekodierende Entzifferung, sondern induktive Abtastung; daraus resultierendes Zeitverhältnis - wie in Samuel Becketts Einakter *Krapp's Last Tape* dramatisiert - ein nicht-historisches, dem elektrischen Kurzschluß auch in temporaler Hinsicht näher denn der geschichtlichen Distanz

- machen Telegraphen- und Eisenbahnlinsen im 19. Jahrhundert Kommunikation und Transport flüchtig; "tötet" (Heinrich Heine) Telekommunikation Zeit über den Raum hinweg - ein *memoryless channel* der Signalübertragung

- Verschränkung von Telegraphen- und Eisenbahnlinsen; symboltechnische Kommunikationsmedien und / oder realer Transport; stehen historische Eisenbahn- und Telegraphenlinie über Tiflis (Siemens) im Verbund - wie Charles Wheatstone seine Telegraphenlinien entlang der britischen Eisenbahn baut

- Bildtelegraphie als Verkehrung von bildlicher Übertragung und Bildgedächtnis

- lassen sich alle archivischen Dokumente im Morsecode übertragen; photogrammetrische Erfassung hält die Rekonstruierbarkeit eines Gebäudes in archivischer Latenz bereit

- Korrelation Stromleitungsmasten / Telegraphenlinie; Stark- / Schwachstrom; Einbettung in telekommunikative Transmission

- late eighteenth century engraving of Strasbourg Cathedral reveals a telegraphic signaling device (a "semaphore") on top of the Strasbourg cathedral octagon; signal transfer replacing discourse in the age of (new) media, Fig.: "Goethe's Strasbourg Cathedral, with added contemporary boutiques and a telegraphic signalling device topping the Octagon", in: Bann 1995: 86

- scheinen sich Telegraphie und Ortsgedächtnis (Archiv) zu widersprechen. Telegraphie steht für die Flüchtigkeit der übertragenen Signale; nach deren Empfang bleibt kein Gedächtnis; stehen Übertragung und Speicherung als technischer Kanal in einem reziproken Verhältnis; bilden gegenseitigen Kehrwerte, als Orts- respektive Zeitfunktion; signaltechnische Übertragungsmedien, die das Symbolische (Code) im Realen vollziehen

- telegraphische Fernlinie, obgleich sie für Telekommunikation steht, höchst materiell in Ortsgegebenheiten implementiert; zentrale Telegraphenrelais in Kanal selbst integriert, i. U. zur Kulturtechnik gleichen Namens (Pferdewechselstation); Georgien einst Knotenpunkt im System einer sich elektrisch vernetzenden Welt der Morse-Telegraphie. Elektrisch aber heißt noch nicht elektronisch; Verstärkerelement der Elektronenröhre, 1906 durch Robert von Lieben für die Sprachsignalverstärkung in der Telephonverbindung zwischen Wien und Brünn, noch nicht gefunden; sind es die Werner von Siemensschen polarisierten Relais, welche die ankommenden Morsezeichen automatisch umtasteten und so die immer schwächer

werdenden Telegraphenströme verstärkt weitersenden =Karl Tetzner, Von London nach Kalkutta ohne Verstärker. Siemens baute 1870 eine Landtelegrafienlinie über 11000 Kilometer, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 146 vom 27. Juni 1995, Seite T 6; *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 symbolischer Kommunikation über Zeitdistanzen hinweg - im technischen Sinn *symbolische* Untertunnelung der historischen Distanz

- antikes oder mittelalterliches Botenwesen eine Kulturtechnik, unabdingbar an den menschlichen Körper gebunden; von technischen Medien dann erst plausibel die Rede, wenn der Übermittlungsakt derart technifiziert ist, daß er eine Ereigniskette nach eigenem, vom auslösenden / empfangenden Menschen in der Epoche der Übermittlung losgelösten Recht darstellt

- 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

- *Unübertragbarkeit* von Materie durch Telegraphie & Internet; pneumatisierte Rohrpost übermittelt reale Geldscheine im Banksystem; bedarf es weiter der Spur eines materiellen, nicht nur elektromagnetischen Trägers, solange Geldverkehr noch nicht vollständig digitalisiert und identisch mit binären Signalen selbst wird ("bit-coins")

- Werbung Post: Internet-Handel, 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 Hildebrandt, Mitarbeiter am Preußischen Historischen Institut in Rom, die Erklärung für die von ihm diagnostizierte Dekadenz der deutschen Diplomaten in einer medienarchäologisch faßbaren Tatsache: daß klassische Diplomatie durch die moderne Übertragungstechnik überholt wurde; Epoche der

Postkutsche, als ein Botschafter in Rom nach einer Anfrage bei seinem Außenminister in Paris einen Monat auf Antwort warten mußte, verlangte nach Persönlichkeiten, die im Notfall ihre eigene Entscheidung treffen konnten, und in Abwesenheit einer Tagespresse im modernen Wortsinn mußte der Botschafter selbst die Aufgabe des Berichterstatters übernehmen = Deutsches Historisches Institut Rom, Archiv, Nachlaß Philipp Hildebrandt, Fasc. Nr. 3, Bl. 16. Siehe auch Bernhard Siegert, Vögel, Engel und Gesandte. Alteuropas Übertragungsmedien, in: Horst Wenzel (Hg.), Gespräche - Boten - Briefe, Berlin (Erich Schmidt) 1997, 45-62 ; 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 Hildebrandt, der Botschafter zu einem Grammophon geworden, der mit mehr oder weniger Geschick wiedergab, was ihm eingetrichtert wurde; infolge der Bindung an die Übermittlungslinie der Zentrale sei bei den diplomatischen Außenposten an die Stelle des politisch Schöpferischen das Mechanische und Administrativ-Bürokratische getreten. Heiner Müllers Gedicht *Mommsens Block* erinnert an die Gründung des kurzlebigen Deutschen Reiches von 1871 im Spiegelsaal von Versailles als "die Nachgeburt einer falschen Depesche", die aus diplomatischen Akten zusammengefätscht wurde, um dann publizistisch und kriegsauslösend zu wirken; kommen mit dem notorischen Telegramm Bismarcks Dimensionen von Sprache ins Spiel, die nichts mehr mit dem zu tun haben, was Sprache im Speichermedium literarischer Szenen ist, sondern vielmehr mit Sprache als Signalfolge im Übertragungskanal; geht es (in) Übertragungsmedien überhaupt nicht mehr primär um sprachliche Semantik" = 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. Hildebrandts Kommunikations- und Medienanalyse der immer schon auf Übertragung angewiesenen diplomatischen Kultur motiviert durch den Ort, von wo aus er schreibt: Rom steht seit dem antiken

imperium für Nachrichtentechnik als Befehlsfluß, und jedes neue Rom ist ein medientechnisches Imperium *jenseits* der Schrift als Matrix von Geschichte. Die französische 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 verlässliche Überlieferung, also Lücken und fehlerhafte Stellen an Inschriften als potentielle Information zu fassen

- versetzt sich der Historiker in die Situation der Telegraphie; setzen sich auch Archäologen an die Stelle der Empfänger von *Signalen aus der Vergangenheit* setzen, ist damit epistemologisch das Modell der Telegraphie als Symbolübertragung über emphatische Zeitdistanzen hinweg aufgerufen. "Eine zentrale Problematik eines solchen Ansatzes liegt allerdings darin, daß die meisten materiellen Reste, die von Archäologen und Archäologinnen ausgegraben werden, nicht - zumindest nicht primär - in kommunikativer Absicht geschaffen wurden" = 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 Washington nach Baltimore am 24. Mai 1844: "This sentence was written from Washington by me at the Baltimore Terminus at 8.h 45 (A. M.) min. on Friday May 24.th 1844, being the first (ever) transmitted from Wahsinton to Baltimore, (by Telegraph) and was indited by my much loved friend Annie G. Ellsworth, Sam. F. B. Morse, Superintendent of Elec. mag. Telegraph." Kommentiert Bernhard Siegert das scheinbare Paradox, daß der deklarierte Sender hier auch der Empfänger ist (tatsächlich eine Rück-Sendung): "Geschichte erscheint in der Kopräsenz von

Dokument und Historiographie, die Lücke zwischen den *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 gesendet 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 überlieferungstechnisch definierte Medienwissenschaft zwischen kommunikativem Inhalt und infrastruktureller Botschaft materieller Medien; verschiebt sich anthropozentrischer Begriff von Nachrichtenübertragung vom Boten hin zur Botschaft; wird aus "Evangelium" wird das angelische Ereignis selbst; Technik des Übermittlungskanals strukturiert die zu übertragende Nachricht von Anfang an; medienarchäologisches Momentum der Kommunikation in der kanalgerechten Kodierung; telegraphische Code und in zugespitzter Form der binäre Code; für Kulturtechniken und Technologien kultureller Tradition jenseits der Frage, wie Kommunikationsmedien in der historischen Zeit sind, These der symboltechnischen Strukturierung "historischer" Überlieferung selbst

- von technischen Medien dann erst plausibel die Rede, wenn der eigentliche Übermittlungsakt derart technifiziert, daß er eine Ereigniskette nach eigenem, vom Menschen ganz und gar losgelösten Recht darstellt; Entkopplung des Informationsflusses vom materiellen Transport

- nicht nur im mikrozeitlichen, mithin zeitkritischen Sinne telegraphisches Modell. "Telegrafie und Zeit sind auf den

unterschiedlichsten Ebenen eng miteinander verwoben - und zwar über die Tatsache hinaus, dass Kommunikation (und damit auch das Versenden und Empfangen von Telegrammen) als Prozess in Raum und Zeit stattfindet" = 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 Trabandt, 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 phonographische 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 Jakobson 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 *Relaisystem*" <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 *Vorspiel* (eher denn: die Vorgeschichte) der digitalen Informationstechnik; zielt *Medientheorie* der telegraphischen Übermittlung nicht auf die Inhalte, sondern Methoden "for determining the distortion of telegraph signals" = 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 transmitting intelligence. [...] We may then lay down as a criterion for a telegraph system's ability to transmit intelligence, that it should be possible to shape the sent signals so as to make the received wave non-distorting" = 644

- Stück Atlantikkabel genuin medienarchäologische Reliquie

- drahtlose Telegraphie nicht wirklich "wireless"; Sende- und Empfangsantenne stellt bereits Leitungen dar - das andere Extrem, nicht die absolute Differenz zur drahtgebundenen Übertragung

- Kommunikation der Fox-Geschwister mit "Klopfgeistern" in Hydesville 1848 als frühere Form des Turing-Tests *avant la lettre*; befindet sich 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, Embossing 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; die gleichen Glocken zur Zeitanzeige)

Der Morse-Code

- Funkentelegraphie; Weltfunkkonferenz Berlin legt 1906 Seenotzeichen "SOS" fest; Austzählung 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 Soemmering umgedacht; jedem Buchstaben eine Elektrode zugeordnet; Anzeige durch aufsteigende Gasbläschen (Elektrolyse), zeigen übertragenen Buchstaben elektrochemisch an; Voltasche Säule (Batterie) als Stromzufuhr; Korn Parallel-Fernsehen ca. 1930

- kleinste Einheiten "Dit"; auch Pausen zählen (drei Längen: kurze, mittlere, lange Pause); plus zwei Zeichen (kurz / lang), also insgesamt fünf. digital (aber nicht "binär"); Spatium also Charakter

- medienepistemologische Hypothese: "mediumistische" Deutung der Telegraphie erst vor Hintergrund der Denkmöglichkeit eines solchen Codes

- Morse-Apparat: durch Drücken wird Stromkreis geschlossen, Signal fließt; Anekdote Morse, Überfahrt Amerika: unterhält sich mit Schiffselektriker; kannte aus Europa optischen Telegraphen (Chappe)

- Morsen zeitkritisch; Zeit wird zur Informations; lange / kurze Zeichen; auch auf Ebene des Aufschreibebandes: durch Uhrwerk gleichmäßig weitertransportiert, sonst wäre Code (lang / kurz) wertlos

- Zeigertelegraph Siemens / Halske: folgten Signale so schnell aufeinander, daß Gefahr linearer Verzerrungen besteht; daher Kombinationen auf fünfer-Alphabet so gewählt, daß statistisches Risiko bei besonders häufig vorkommenden Buchstaben gering; Anordnung Buchstaben auf Malling Hansen Schreibkugel; mechanische Begründung der QUERTY-Belegung der Schreibmaschinentastatur. "Ein solches Vorgehen nennen wir heute *Kanal-Codierung*" = Volker Aschoff, Aus der Geschichte der Telegraphen-Codes, in: Rheinisch-Westfälische Akademie der Wissenschaften: 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 verschaltete Signale

Telegraphie und Informationstheorie

- "intelligentes Stromnetz"; nicht mehr Stromzähler liefert Daten des Stromverbrauchs; Strom in Leitung selbst wird zum Datum; dezentrale Formen der Erfassung von Energieverbrauch: feingliederige Meßstationen ("vernetzt")

- beschränkt sich Shannons Informationstheorie und Entropiebegriff zunächst auf diskrete Zeichen- respektive Signalfolgen

- regt Boltzmann an, die Prinzipien der statistischen Mechanik auch auf die menschliche Gesellschaft (mit Entropie und Information als Geschichte) zu übertragen; Frank Haase, Stern und Netz. Anmerkungen zur Geschichte der Telegraphie im 19. Jahrhundert, in: Hörisch / 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 bestimmten Endzustande zustreben muß, für welchen die Entropie ein Maximum ist. [...] daß die gesamte Welt einem Endzustande zueilen muß, wo alles Geschehen aufhört [...]" = Ludwig Boltzmann, Über statistische Mechanik [1904], in: Populäre Schriften, Braunschweig / Wiesbaden 1979, 220 f. "Das Höchstmaß an Unwissenheit steht proportional zum Logarithmus der Wahrscheinlichkeit, daß die bestehenden Verhältnisse geordnet bleiben" = Haase 1990: 59

- Licht als Medium *und* Botschaft; Teleportation der Information der Qualität eines Lichtmoments auf ein Teilchen Materie; bislang getrennt: optische Leiter (Glasfaser) für die *Übertragung* von Signalen

- Vernachlässigung der Ware "Information" im marxistischen Modell INFORMATION IS INFORMATION, NOT MATTER OR ENERGY. NO MATERIALISM WHICH DOES NOT ADMIT THIS CAN SURVIVE AT THE PRESENT DAY = Norbert Wiener, zugleich eine Kritik der materialistischen Wirtschaftstheorie; als kodierte Signalfolge wird aus Licht Information, versinnbildlicht die Differenz von Energie und Information

- lassen sich Morsezeichen der zeilenförmigen Logik des gedruckten Textes anpassen, platzsparend, horizontal aufgereiht und durch große Zwischenräume getrennt; typographischer / telegraphischer Kalkül (Setzkasten, Shannon, Buchstabenstatistik)

- leuchtet Semantik auf: "Die Lichtstrahlen, die mein Auge treffen, sind nur Boten vom Ding, sind Zeichen für das Ding" = Fritz Heider, Aufsatz "Ding und Medium" von 1926, Wiederabdruck in: Pias et al. (Hg.) 1999: 319-333 (329); anders elektronische Kathodenstrahlen (TV), modulierte Signalvariante. "Nur insofern Mediumvorgänge an etwas Wichtiges gekettet sind, haben sie Wichtigkeit, für sich selbst sind sie meist `Nichts´. [...] Lichtstrahlen haben im Großdinglichen keine zugeordneten Folgen, und Ausnahmen" - wie z. B. das Radiometer - "verblüffen die Menschen" (Heider) = Heider 1926 / 1999: 329 f.

- ist auch der Buchstabe "A" in einem Text schon eine Information, weil er nicht primär als Materie- oder Energiezustand wirkt. An ihm haften zwar noch Reste der Materialität (Tinte, Papier) und der Energie (Schrifttakt / Druck), doch liegen die Werte dieser Reste bereits unterhalb jener Schwelle, die Einfluß auf den

Informationsgehalt hätte. Ob handschriftlich so oder anders notiert, ob in dieser oder jener Type gedruckt: der Leser erkennt den Buchstaben "A" in erster Linie als phonetischen Informationsgehalt; "space of non-reality" (frei nach Norbert Wiener)

- "Die Botschaft des elektrischen Lichts ist die pure Information seiner Strahlung; die Botschaft einer Nachricht ist die unmenschliche Geschwindigkeit ihrer Übermittlung" = 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 Überträger einer solchen; angekoppelte Computerinstallation; Serie von acht Glühbirnen sendet ein Byte (stroboskopische Lichtsignalgeschwindigkeit, die Energie in Information wandelt); Filmsequenz Jörn Hintzer, *Sonne über Leverkusen*

- Glühbirne das selbstverständlichste „Bild“ der Energie, ihre Sichtbarmachung als Funktion, nicht Allegorie. / Licht(-geschwindigkeit) und Information; 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 Lautgebilden der Sprachlaute zugeordnet sind. Das einzelne Zeichen kann je nur eine von zwei Gestalten, Punkt oder Strich, haben. Hier vollzieht die rückfrhngung der Zeichenfolge auf eine solche von Ja-Nein-Entscheidungen, zu deren Herstellung Maschinen bestellt werden,

deren Stromfolgen und Stromstöße das Schema der abstrakten Zeichengebung ausführen und die entsprechenden Meldungen liefern. [...]. Der einzige Charakter der Sprache, der in der Inforamtion übrig bleibt, ist die abstrakte Form der Schrift, die auf die Form eines Logikkalküls umgeschrieben wird. [...] Auf den technisch-rechnerischen Prinzipien dieser Umformung der Sprache als Sagen zur Sprache als bloß zeichengebender Meldung beruhen der Bau und die Leistung der Großrechenanlagen" = Heidegger 1962 / 1989: 24

- praktiziert Morsecode bereits die binäre Operation des Computers, aber nicht algorithmisch rückgekoppelt, nicht programmiert. Erst als kodierte Signalfolge wird aus Licht Information, wie es Aischylos in seiner Orestie als Übertragung der Nachricht vom Untergang Trojas beschrieben hat: durch Feuersignale, „der Fackel Zeichenpost“ (lampádos to symbolon heißt es im Agamemnon-Teil der *Orestie*). Die Gattin des griechischen Heerführers vor Troia, Klytaimnestra, hat die Einrichtung dieses Nachrichtensystems veranlaßt, um sich schnellstmöglich über den Fall der feindlichen Stadt informieren zu können. Nach zehn Jahren kommt dieses Signal, indexikalisch entzündet vom Brand Trojas selbst, und dekodiert vom Wächter der finalen Relaisstation in Mykene: "Ilions Burg / erobert, wie des Brandes Botschaft (phryktos angéllon) klar erweist! / [...] Da dreimal sechs mir warf des Feuerzeichens Licht" = Aischylos, Agamemnon 29-33; bedarf es einer Zuordnungsvorschrift, um einen umfangreichen Zeichenvorrat in einem anderen, knapperen abbilden zu können - im Sinne des Morsealphabets, das Zeit selbst zum kritischen Parameter von Information macht, ein striktes "one dot/time"; bilden langdauernde Lichtzeichen im Wechsel mit kurzen einen (um Leerstellen erweiterten) Binärcode

- Nachrichtentechnik, die sich "mit Strömen jeder beliebigen Stromstärke" beschäftigt = Norbert Wiener, Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung im Lebewesen und in der Maschine, Düsseldorf u. a. (Econ) 1992, 75; "was sie <sc. Nachrichtentechnik> von der Starkstromtechnik unterscheidet, ist, daß ihr Hauptinteresse nicht die Wirtschaftlichkeit von Energieproblemen, sondern die genaue Reproduktion eines Signals ist" <ebd.>; beginnt diese Nachrichtentechnik nach dem Fehlschlag des ersten Transatlantikkabels Mitte des 19. Jh.

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 öffentlichen Terminals bilden die Schnittstellen zwischen den wirklichen und virtuellen Städten, die Interfaces zwischen den zwei Vorstellungen von 'cyberspace' und 'öffentlichem Raum'" = Geert Lovink (unter Bezug auf Bart Verschaffel), Über den Aufbau einer virtuellen Öffentlichkeit. Die Digitale Stadt Amsterdam, in: Katalog Ars Electronica, Linz 1995; www.thing.Desk.nl/bilwet/Geert/Aufsaeetze/dds.txt

- "[...] wir selbst sind Bildschirme geworden und das Verhältnis zueinander ist das von Bildschirmen geworden" = Jean Baudrillard, in: ars electronica Linz (Hg.), Philosophien der neuen Technologie, Berlin (Merve) 1989

Vorläufer (Rohr-)Post

- Art der pneumatischen Beförderung für zylindrische Behälter, in denen Kleinteile (Schriftstücke, Akten, Medikamente u.ä.) in einem Rohrpostnetz zwischen Sender- und Empfangsstationen transportiert werden. Die Rohrpostbüchsen werden an den Sendestellen mit einer Zieladresse versehen und an der Empfangsstation automatisch ausgeschleust." (dtv/Brockhaus)

- Werbevideo Die Post: werden nicht nur Informationen, auch Waren transportiert (Logistik)

Vorläufer Radio

- basic organization of the radio communicating system in the Army: net, consists of two or more radio stations located at the headquarters of the units which they serve = Talley, The Army's Amateur, in: Radio News 12 (April 1931), 892- 894, 925 u. 931 (894), analog zu Providern / Servern im Internet heute. Im Unterschied zum Internet allerdings ist dieses Netz ("built up of a series of nets starting with the Army amateur net control station" und infrastrukturell durch "inter-linking" charakterisiert) hierarchisch strukturiert: "In military work, there is a 'chain of command' over which all orders pass from the highest commanding officer or office to the lowest subordinate. It is most essential that this 'chain' be maintained and all correspondence and messages follow the established routine [...]. Therefore, subordinate stations in a net only

communicate with each other or the net control station, but never with other stations which are in different nets. However, [...] while it is true that the message could be handled quicker by sending it direct from the originating station to the station at the place of destination, nevertheless, for the speedy dissemination <sic> of information and especially in emergencies, the net organization proves its worth" = ebd.

E-Mail

- für Medienkultur und -phänomenologie charakteristische Metonymie vom technischen Agenten (frei nach McLuhan buchstäblich medium "message") hin zum semantischen Inhalt: "System zur computerbasierten Verwaltung von briefähnlichen Nachrichten und deren Übertragung über Computernetzwerke, insbesondere über das Internet. Zum anderen werden auch die auf diesem elektronischen Weg übertragenen Nachrichten selbst als E-Mails bezeichnet." = <https://de.wikipedia.org/wiki/E-Mail>, Abruf 12. September 2022

- E-Mail ein Kommunikationsmedium, nach dem - wie von Brechts Radiotheorie formuliert - die Zeit gar nicht verlangt hatte, mithin also: das Soziale als Funktion einer Verlockung von Seiten des Technógos des / im / als ARPANET? kommunizieren (wie in der Bluetooth-basierten "Corona-Warn-App" seit 2020) nicht primär Menschen, sondern Computer: "eine der ersten Anwendungen, die die Möglichkeiten des Arpanets nutzten. Die Einführung von E-Mail wurde nicht gezielt vorangetrieben, sondern eroberte das Netzwerk wegen des Benutzerverhaltens. Das überraschte die Arpanet-Initiatoren, denn noch 1967 hatte Lawrence Roberts, der spätere Leiter von IPTO, gesagt, die Möglichkeit des Austausches von Botschaften unter den Netzwerkteilnehmern sei kein wichtiger Beweggrund, um ein Netzwerk von wissenschaftlichen Rechnern aufzubauen („not an important motivation for a network of scientific computers“)." = <https://de.wikipedia.org/wiki/E-Mail>, Abruf 12. September 2022

- liegt der Logos hier in der Logistik, in der buchstäblichen *medium message* (McLuhan), nicht im (alltags-)sprachlichen gesagten / geschriebenen Inhalt: "Der Body einer E-Mail ist durch eine Leerzeile vom Header getrennt und enthält die zu übertragenden Informationen in einem oder mehreren Teilen." = ebd.; mithin: nicht-kommunikationstheoretischer "Informationen"-Begriff; Verwechslung von "Nachricht" und "Information"

Mapping

- "Heutzutage setzt sich die Lagerung an die Stelle der Ausdehnung, die die Ortschaften ersetzt hatte. Die Lagerung oder Plazierung wird durch die Nachbarschaftsbeziehungen zwischen Punkten oder Elementen definiert; formal kann man sie als Reihen, Bäume, Gitter beschreiben. Andererseits kennt man die Probleme der Lagerung in der zeitgenössischen Technik: [...] Zirkulation diskreter Elemente mit zufälligem Ausgang (wie etwa [...] die Töne auf einer Telefonleitung), Zuordnung von markierten oder codierten Elementen innerhalb einer Menge, die entweder zufällig verteilt oder univok oder plurivok klassiert ist" = Michel Foucault, Andere Räume, in: zeitmisch. 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 Dimension, die den Übergang zwischen geordneten und chaotischen Verhältnissen beschreiben. Chaos stellt sich immer dann ein, wenn die Dinge keine geradlinige, sondern eine dynamische, rückgekoppelte, 'sich selbst steuernde' Entwicklung nehmen" = 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 Krause, Informationen auf einen Blick. Zur Geschichte der Diagramme, in: Form + Zweck 16 (1999)

- Topographie als graphische Raumbeschreibung; 3D-Daten formatieren; ergreifen Karten den Raum

- 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

- ersetzt Mapping 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 Entfernung zur Heimat in östlicher 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)

- verschweigt der Begriff "mobiler Kommunikation" die identifikatorische Lokalisierung; wird der Ort jeder Nutzung dadurch bestimmt, dass ein Rechner mit seiner IP-Adresse eindeutig einem lokalen Netzwerk zugewiesen werden kann

"Geburt" versus Archäologie des Internet

- heuert ARPA 1961 Psychologen J. C. R. Licklider an, bereits Erfahrung mit Projekten des Verteidigungsministeriums hatte - etwa als Mitarbeiter im Psycho-Akustik Labor der Harvard University. 1950 arbeitet er am MIT im Psychology Department. Zunächst Arbeit an (Artikel) "Man-Computer Symbiosis" (1960); klingt die Erweiterung zu einem Netz solcher Stationen an. 1962 kann er bei ARPA dieses Programm am Command and Control Research Office - Episteme der Kybernetik - weiterführen und es in Information Processing Techniques Office (IPTO) umbenennen (dort u. a. kollaborativ auch Douglas Engelbart und Marvin Minsky vom MIT) - eine Camouflage. Zunächst möchte Licklider nur ein Intranet dieses

Forscherverbunds. Damit wird die Frage von Mensch-Maschine-Interaktivität gekoppelt an das von "time sharing" - zeitkritisch also, und somit nicht mehr eine simple Büro- oder Schreibtischmetapher (CTSS wird entwickelt = Compatible Time-Sharing System - ein besserer Begriff als die "Netz"-Metapher, in der das zeitkritische Element zu kurz kommt); u. a. elektronisches Mail-System

- werden "Netze" in diesem Begriff vom Bild her gedacht, als grafische Verweisungsstruktur; angesichts der zeitkritischen Realität von Internet vielmehr von der Zeit her analysieren

- Lickliders Nachfolger am IPTO zunächst Ivan Sutherland, dann Robert Tylor. Dieser heuert Lawrence Roberts an für ein Network Project; daraus resultiert dann ARPANET. Roberts präsentiert 1967 einen Plan, Computer mit "dial-up telephone lines" zu verbinden; ein entsprechendes Programm in jedem Computer sorgt für eine "message switching and transmission function" = 78

- Jack Carne von RAND schlägt 1958 ein System vor, worin in Kommunikationskanälen jede Botschaft senderseitig einen *time-stamp* trägt; 1959 entwickelt Gunnar Svala von der North Electric Company ein System wo "high-speed signaling information is flooded through the entire network. When the end-party responds". "One feature of this network is that it allows a user to move across the country and take his telephone number with him": Adressen nicht mehr ortsgebunden, sondern "non-located" *online* (Knowbotic Research)

- Baran kritisiert Network im Stil von "spider-webs", denn "without adequate usable interconnection possible between the warp and the woof. Such networks fall apart under simulated attack"

- bei Bush 1945 die Rede von "some intricate web of trails carried by the cells of the brain"; das reale Internet ist eine Materialisierung dessen

- resultiert aus Lektüre solcher Berichte für Roberts die Vorstellung "how to route packets". Seitdem entwickelt das Internet mit Browsern und Suchmaschinen eine Art interne Metapher des Netzes, unter symbolischen Namen wie Internet Explorer oder Netscape Navigator. Wieder eine Raummetapher, welche die topologische Struktur des Netzes überspielt

- 21. Jahrhundert setzt sich mit Topologien auseinander: Mathematik, Vektorisierung des Raums, gebunden an die Materialität von Kabeln, Synapsen, Schaltkreisen, Prozessoren

- Seit wann heißt eine Schaltung von Leitungen buchstäblich "Netz / net"? Begriff des "node" / Knoten = O'Neill 1995: 79. Physik, nicht Metaphorik des Netzes: im Sinne des *metaphorein*, des Übertragens selbst - aber auf der Grundlage realer Schaltungen; Topologie eines Netzes resultiert aus der Struktur der physikalischen (nicht virtuellen) Verbindungen, die zwischen den Datenstationen und den Netzknoten

- ist von Graphen statt von Topologie die Rede: also die (häufig geometrische) Darstellung einer über einer Menge M definierten zweistelligen Relation, anders gesagt: Kanten und Knoten. "Ein Graph besteht aus Punkten und aus Strecken, die diese Punkte miteinander verbinden", mit gerichteten (Pfeil, Vektor?) oder ungerichteten Verbindungen. Zerlegen wir einen Graphen in einen Untergraphen und berücksichtigen nur die Geraden, die in ihn hineinführen oder aus ihm herausführen, sprechen wir von einer Masche - die begriffliche Alternative zum Netz, wenn es um einen wiederum nicht ganz unmetaphorischen, aber doch präziseren Begriff von dem geht, was sich als World Wide Web im Internet organisiert. Die Masche "ist die Darstellung des Untergraphen eines Graphen als Black-box" = Wörterbuch der Kybernetik Bd. 1, hg. v. Georg Klaus, FFm (Fischer) 1969 (in Lizenz: Berlin, Dietz, 2. Aufl.), 240

- "Black box" als System, dessen Struktur nur teilweise bekannt ist und von der abstrahiert werden kann, weil ihre Untersuchung für bestimmte Zusammenhänge nicht wesentlich ist. Ablesbar ist vielmehr ihr Verhalten - In- und Outputs und die Relationen zwischen diesen = Klaus 1969 Bd. 1: 107

- Dezentralität des Internet ein diskursiver Mythos, eine Fehllektüre seiner Infrastruktur: "Es gibt nicht *den* Internet-Zentralrechner. Aber ganz gleichberechtigt sind die beteiligten Rechner im Web eben doch nicht. Ein Client, in der Regel ein Browser-Programm auf einem PC, sendet über die Telefonleitung eine Anfrage an einen übergeordneten Server. Dieser leistungsfähige Netzcomputer schickt daraufhin eine Web-Seite zurück. *Napster* und Co. arbeiten dagegen nach dem Prinzip *peer-to-peer* einer Kommunikation zwischen Ebenbürtigen" = Ludwig Siegele, Von Gleich zu Gleich, in: Die Zeit Nr. 30 v. 20. Juli 2000, 26; also Reversion von *broadcast*; nun sind alle Computer zugleich Client und Server. "Ein Rechner kann eine Datei von einem anderen herunterladen oder dorthin verschicken - ganz ähnlich wie in den Anfangstagen des Internet. Damals wurde eine E-Mail von Computer zu Computer weitergereicht, bis sie beim Adressaten ankam"; 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 eine 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 Zerstreungen: "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 rechnerisch unterlaufen - respektive untertunnelt; bleibt indes der Mikroübertragungsakt der digitalen Kopie selbst

- dienen Internet-Protokolle, Fragmente der Datenpakete wieder passend zusammensetzen - nicht nur im bildlichen Sinne passend, vor allem auch im zeitlichen Sinne als Synchronisation; "[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

- verlagert Facebook - inspiriert von den Photobüchern mit Studierenden amerikanischer Colleges - Ted Nelsons Hypertext-Prinzip vom technischen Medium (McLuhans *message*) in die Kommunikation (*content*): Verlinkung der Freundschaftsketten; "interessieren sich Menschen am Ehesten für Menschen" (Mark Zuckerberg)

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 Interkontinentalraketenbedrohung, um das US-Militär zum Umdenken in Richtung dezentraler Kommunikationswege zu zwingen Ashcroft, Justizminister der USA, schlug nach dem Terroranschlag auf New York am 11. September 2001 vor, das Internet neu zu konfigurieren: über wenige zentrale, damit kontrollierbare Server; Trennung des Netzes als Kommunikationsform und als reale Infrastruktur = Manuel Castells, Das Netz und sein Werk, in: Zeitliteratur (Sonderbeilage zu Die Zeit, Nr. 51, 56. Jg., Dezember 2001), 53-56 (55); ders., Das Informationszeitalter. Bd. 1: Die Netzwerkgesellschaft, Leverkusen (Budrich) 2001

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 produced using packets with stepped TTL (Time To Live) settings. [...] To produce such a map, the tracerouter tool sends out a series of packets with increasing TTL values" <Chung ebd.>. Insofern ist Cyberspace "fundamentally unmappable"; TCP Transmission Control Protocol; IP Internet Protocol

Eine diagrammatische Struktur

- treten dynamische Verweise an die Stelle festgefügtter Collagen im Raum; "hat Michel Serres topologisch präziser "ein netzförmiges Diagramm" für Kommunikation vorgeschlagen; dies besteht "aus einer Merzhahl von Punkten (Gipfeln), die untereinander durch eine Mehrzahl von Verzweigungen (Wegen verbunden sind" [...]; jeder Punkt hat seine eigene Kraft (die in der Zeit möglicherweise variiert [...]" (Serres 1964, S. 9." Es geht also um reversible

Wechselwirkungen, "die zudem nicht nur von Punkt zu Punkt, sondern auch innerhalb der Zeit varriert" = 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 Instrumentarium weitere Potentiale, die in der begrenzten Flexibilität 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 aktuellen 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 geometrische) Darstellung einer über einer Menge M definierten zweistelligen Relation, anders gesagt: Kanten und Knoten. "Ein Graph besteht aus Punkten und aus Strecken, die diese Punkte miteinander verbinden", mit gerichteten (Pfeil, Vektor?) oder ungerichteten Verbindungen. Zerlegen wir einen Graphen in einen Untergraphen und berücksichtigen nur die Geraden, die in ihn hineinführen oder aus ihm herausführen, sprechen wir von einer Masche - die begriffliche Alternative zum Netz, wenn es um einen wiederum nicht ganz unmetaphorischen, aber doch präziseren Begriff von dem geht, was sich als World Wide Web im Internet organisiert. Die Masche "ist die Darstellung des Untergraphen eines Graphen als Black-box" = *Wörterbuch der Kybernetik* Bd. 1, hg. v. Georg Klaus (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. Lévy's 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 gestalten, zu korrigieren und neue Assoziationen in einem kontextuellen Netz aufzubauen [...]. Das elementare Schema der Kommunikation wäre nicht mehr `A übermittelt etwas an B', sondern `A modifiziert 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; Urteil der New Yorker Macy-Konferenzen, die 1946-1953 der kybernetischen *epistémé* zum Durchbruch verhelfen, lautet zunächst noch suchend *Circular Causal, and Feedback Mechanism in Biological and Social Systems*; später dann wird dieses Modell unter *Cybernetics* subsumiert; "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* "gouvernement", "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 unhintergebar: "zwar kann der Empfänger seinerseits zum Sender werden, aber dabei reproduziert sich dasselbe Schema" <104>. Wenn Hans-Magnus Enzensberger für einen emanzipativen, nämlich rückkanalfähigen Mediengebrauch vormaliger Broadcast-Medien plädiert (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

- ist Begriff der "socialen Medien" eine kategoriale Verkennung; kommunizieren hochtechnische Medien immer nur innertechnisch; ist das "Soziale" (im Sinne von Luhmanns Definition der Gesellschaft als Kommunikationsfunktion) immer nur eine sekundär vermittelte Kommunikationsform

- ist Kritik an hardwarenaher Computeranalyse gegenüber vernetzten Computern irreführend, insofern auch digitale Netzwelten gegenüber der Infrastruktur eines Einzelrechners lediglich eine skalare, nicht medienontologische Differenz darstellen (gleich Norbert Wieners Kritik an der Unterscheidung von energetischer Stark- und kommunikativer Schwachstrom von Seiten deutscher Ingenieure)

Internet / Fiber Optics

- medienmaterialistische Lesart von "Cyber-culture" ist "Fiberculture" (Glasfaserkabel); "Materialisierung" von Licht; Netz an real implementierte, physisch festgelegte Leitungen bzw. drahtlose Funkverbindungen gebunden; entscheidend aber Algorithmen der intelligenten Datenkompression und -kanalkodierung; David Mackenzie, *Wirelessness*, 2010

- Umstellung des Internet von IPv4 auf IPv6: *ubiquitous / embedded computing*: Adresszuordnungssysteme (IP-Adressen); korrespondiert auf Seiten des Physical Layer mit Chipllets in Halbleiterproduktion: Mikro-Schaltkreise, verkettet zu elektronischen Komponenten / Speicher / Mikroprozessoren; Wafer in vielzahligerer Chipllets statt Chips geschnitten, lassen sich um flexible Oberflächen wickeln "and may even become the 'ink' in 3D printing"; literally embedded computing / digital tissue, logical textile = <https://www.pcmag.com/encyclopedia/term/65621/chiplet>, accessed 14 February, 2018

- unertifizierte Gadgets im *embedded computing* anfällig für Sicherheitslücken; Versenkung der symbolischen Maschine im Realen der Alltagswelt; ist *onlinenfähiger* 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 Mobiltelefonen nahezu allerorten: im Prinzip nachrichtentechnische Konvergenz; tatsächlich aber Divergenz für Betriebssysteme, technische Standards; Begriff Netz metonymisch für softwaregewordene Hardware

Text-Browser

- Text- im Vergleich zu graphikbasierten Browsern schnell und "absturzsicher"; werden zu Recherche verwendet, da sie Webseiten auf den Text reduzieren" = [http://de.wikipedia.org/wiki/Lynx_\(Browser\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Lynx_(Browser)); Zugriff 3. September 2008; eignet sich Lynx, um Internetseiten auf ihre Lesbarkeit mittels Screenreader zu überprüfen, wie Blinde ihn verwenden; meint vor allem Sprachsyntheseprogramme, also eine Form des auditiven Interfaces als Alternative zum GUI (nicht nur für Blinde, sondern als genuin medienästhetische Alternative)

Online sein

- *online* sein zugleich *on-time* sein; bedeutet den freiwilligen Selbstanschluß des Menschen an die zeitliche Logik des rechnenden Raums, an die Geschwindigkeit der Elektrizität (McLuhans "acoustic space"); entstehen mit dieser kybernetischen Kopplung dynamische Konstellationen, die andere Aufenthaltsweisen in der Gegenwart *zeitigen*. anstelle der übergeordneten Referenz einer alles umfassenden symbolischen (Zeit-)Ordnung zeitigende Prozesse; damit einher geht kein Verlust von tempor(e)aler Eigentlichkeit, sondern eine ursprüngliche Offenheit des Menschen (als signal- und symbolverarbeitendem Wesen *per definitionem*) für techno-logische Anschlüsse

- Instagram „Live-Funktion“, in der sich der User in Echtzeit filmt und seinen Followern - falls sie genau in diesem Moment zuschauen - direkt Nachrichten verschickt, auf die unverzüglich im Live-Video reagiert werden kann; Ermöglichung einer Signalübertragung, die von den Usern als exklusives „Live-Erlebnis“ empfunden wird, gerade das technologische Gegenstück zur Live-Übertragung: die technomathematische Echtzeit; bieten solche Funktionen wieder eine quasi-auratische "Einmaligkeit" (Benjamin), auch wenn das Bild noch schneller verglüht = Wolfgang Ullrich, Die Rückkehr der Aura in der Handy-Fotografie. Instant-Glück mit Instagram, in: Neue Züricher Zeitung vom 10. Juni 2013

Algorithmen in Transparenz

- Verschiebung im Bildungsideal: Wissen (*big data*) vs. Kompetenzen (Algorithmen)

- 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 Kommunikationstechniken wie GPS, RFID, aber auch Mobiltelefonie. Siehe Anne Galloway / Matthew Ward, *Locative Media as Socialising and Spatialising Practices: Learning from Archaeology*, demnächst: MIT Press; ferner: Regine Buschauer / Katharine S. Willis (Hg.), *Locate Media. Medialität und Räumlichkeit*, Bielefeld (transcript)

- mit fortschreitender Vernetzung und Digitalisierung des Alltags eine Realisierung dessen, was in der klassischen Kybernetik "Steuerung und Kontrolle" heißt; geht "ubiquitous computing" davon aus, daß Umwelt bis in Details digital vernetzt werden wird; heißt umgekehrt: Mensch wird Teil eines Mensch-Maschine-Systems; kontrolliert und wird zugleich kontrolliert (perfekter denn je überwachbar durch Nachrichtendienste wie die NSA)

- Grund für medienarchäologische "Erdung" (im neuen technischen Sinne der Verkabelung zwischen Servern / der Leitungsdichte innerhalb von hochintegrierten Mikrochips selbst) in der Infrastruktur: "wachsende Asymmetrie zwischen der Durchleuchtung unserer Lebenswelten und Gewohnheiten einerseits und der Intransparenz der Algorithmen andererseits" = Steffen Mau, Wenn der Algorithmus die Kontrolle übernimmt, in: Humboldt-Universität Nr. 23 264, 14. Oktober 2017, B1, Autor von *Das metrische Wir. Über Quantifizierung des Sozialen*; Hacking von Hard- wie Software.

- Stichwort "post-digital": fortwährende Epoche digitaler Medien, diese jedoch so selbstverständlich und alltäglich geworden, daß sie nicht mehr bewußt reflektiert (wie in medienarchäologisch emergenter Phase), sondern schlicht genutzt werden; führt zu einem Verlust von kritischer Distanz / "Medienökologie", keine technologische Erdung mehr im Medienwissen / Bewußtsein

- Unterschied zwischen digitalisierten und *born digital* Kunstwerken; "Netzkunst bezieht ihr Material aus systemimmanenten Eigenschaften des Internet" = Definition Gunther Reisinger, Vortrag "Synchrone Archive. Digitale Quellen im Kontext musealer Sammlungen", Tagung *Ohne Netz*, 16. November 2012, HU Berlin (Medientheater)

- Goethesche Frage nach dem, was die Welt im Innersten zusammenhält, in Zeiten der Netz-Welten: Vertrautheit mit den

mathematischen Algorithmen, welche die digitale Kultur heute bis in die Details des Alltags steuern; Verständnis dafür geht verloren, wenn Nutzer nur noch auf "Icons" klickt resp. "Apps" aktiviert - so ähnlich, wie den Analphabeten im Mittelalter in den Kirchen Bilder mit Bibelgeschichten gezeigt wurden, statt ihnen Lesen und Schreiben (Quellcode) zu lehren

- Schabowski-Effekt; hat Sprecher des Zentralkomitees des ehemaligen SED-Politbüros auf die Frage nach Inkrafttreten der neuen Reiseregulungen am 9. November 1989 mit "sofort" antwortete und dies wurde im technischen Sinne auch "sofort", nämlich live, in Radio und Fernsehen übertragen

- kuratiert Shintaro Miyazaki Projekt *Ubiquitous Oscillations*: "[I]m Zeitalter von Mobilfunk, Wireless Lan, Bluetooth, RFID wo wir umgeben sind von digitalen Medientechnologien, die immer kleiner und unsichtbarer werden und trotzdem durch drahtlose Telekommunikation allgegenwärtig sind, das heisst ubiquitär sind, werden wir in unserem Alltag fast immer mit elektromagnetischen Wellen konfrontiert. Wellen die hörbar gemacht werden können. So sind wir durch unser Streben nach Mobilität gleichzeitig in einer unhörbaren Kakophonie elektromagnetischer Dissonanzen gelandet" = Ankündigung von "*Ubiquitous oscillations*" or "*Fourier changed our world*", Ausstellung samit Theorieworkshop, Januar 2009, General Public, Berlin

- mobile Kommunikationsmedien 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; iPads, iPhone (Apple) mit IOS Betriebssystem; App-Store (Konto eröffnen); Google: BS Android; "Messenger Apps"; Kalender-App mit personalisiertem Erinnerungs-Appell (i. U. zum passiven "händischen" Kalender); erlauben benutzerdefinierte Funktionen (Apps) Zugriff auf Hardware (Mikrofon, Kamera) sowie Datenbanken (Adressbuch); Lokalisierung durch GPS (Standort-Funktion); Sprachausgabe in Galaxy alternativ zum optischen Display

("voice over" / "Sirenen") i. U. zu virtuellem, kontextfragilen Gesprächspartner SIRI (Apple IOS); Photodistribution: Urheberrecht bleibt beim Subjekt, aber vertraglich Nutzungsrecht an Provider / Dienste abgetreten; wie medienkritisch nicht im beobachteten *archive* selbst verfangen sein; "App" entkoppeltes Medium; *Marktplatz*-Sendung DeutschlandRadio, 2. März 2017, dort "Apps" thematisiert gleich nicht-menschlichen Akteuren; in "Cloud"-Dienste / Anbieter ab- bzw. zwischenspeichern: zeichnet über die Jahre Nutzerprofil (*profiling* / Zeitreihen)

Digitalisierte Öffentlichkeit

- ändert sich die von Habermas definierte bürgerliche Öffentlichkeit durch 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 Arrhythmie 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" ineinander

- 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 Schriftsymbolen ist die Wiederholbarkeit angelegt, die im Sound der Druckerpresse zum Rhythmus wird. Hier *zeitigt* das neue Medium, buchstäblich, eine Form. Hierin

unterscheiden sich die ersten gedruckten Einzelzeitungen von dem, was später regelmäßige Periodika 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 erschreckliche Zeitung* über ein Erdbeben bei Florenz von 1542 mit dem Hinweis hinaus: "Das habe ich euch in Eile müssen anzeigen, die Post will weg!" = 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

- Information im Printmedium Zeitung schon im Namen 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 Bentham's 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 (*Datenpackages*); 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 Arbeiter(analog)radiobewegung wieder aufblühen; Begriff des "ungeheuren Kanalsystems" (Brecht); hierarchiefreie technische Kommunikation auf Möglichkeiten des Internet und des World Wide Web übertragen, wobei sich hier die technische zur wirklich techno-logischen Infrastruktur verschiebt; sind es neben einer unabdingbaren physikalischen Einbettung 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 anschußfähig.

- 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 Interoperabilität, 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 Unverzöglichkeit (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 Unverzöglichkeit; 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 Mobiltelefone; inzwischen Gegenstand supranationaler Erfassung

- Datenauslese-Praktiken der NSA; Erfassung von Mobitelephonie-Metadaten (topologische Verbindungsdaten), um aus Profilen Muster zu generieren; Verdacht nicht mehr aufgrund vorliegender Indizien, die in Archiv und Statistik verankert sind, sondern vorausberechnete Möglichkeits-Spielräume

- 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 Gewißeiten 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 Jetzt-Vergangenheit; anstelle von statistischen Archivierung der "Big Broghter"-Observation (vertraut aus den Stasi-Archiven), an deren schierem 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 Gewißeiten 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 Gedächtnismetaphern; tatsächlich konkreter Ursprung: „die für das Harte bestimmte Wahrnehmung muß auch für das Weiche bestimmt sein und meldet der Seele, daß sie zugleich Hartes und Weiches wahrnimmt“ = Platon xxx: 524a; bot sich zur Definition der Seele also die Wachstafel an, jene *tabula rasa*, in welche Altgriechen mit einem Schreibgriffel ihre Notizen und Briefe einritzten; Wachstafel später zur Wachwalze geworden, auf der 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 Bedienungsoberflächen' 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: "Ursache dieses Mangels ist eben das Fehlen eines 'Gehirnes der Menschheit', das Fehlen eines Zentralorgans, welches diese einzelnen Produktionen zueinander ordnet und in geordneter Weise jedem Bedürftigen zugänglich macht" = zitiert in Sachsse 2000: 44 f.

- Computer dadurch definiert, daß er rechnet - das Ostwaldsche "Gehirn der Menschheit" aber eben nicht (kein Medium, sondern ein schlichter symbolischer Apparat); das Internet gerade dadurch definiert, daß es kein Zentrum hat, sondern sich vielmehr als Maschennetz, als Maschinennetz auszeichnet; "Packet-switching", das jede gesendete Botschaft in Parzellen aufteilt, über verschiedene Wege verschickt und am Ende der Adresse erst wieder zusammensetzt

- dramatisiert Adrian Tobler, *Alexandra und der Pixel*, Basel (Christoph Merian Verl.) 2000 das *Packet switching*. Alexandra und der Pixel suchen den Weg zurück aus Australien; Heimweh; "schleichen durch die Hintertür in die Bank und gelangen durch denselben Druckerstecker wieder in den Computer. Schnell finden sie den Weg zum Modem. An der Schnittstelle zum Datennetz warten sie, bis einige Texte kommen, die den gleichen Weg nehmen müssen. Sie legen sich dazwischen und werden automatisch mitverpackt. Weil die Datenmengen so gross sind, werden sie zerlegt und in verschiedene Einzelpakete eingewickelt - und oh Schreck: Auch Alexandra scheint zu gross zu sein und wird flugs vom Packer auseinander genommen. [...] Schon ist ihr Körper in verschiedene Säckchen verteilt. Ab geht die Post. [...] In der Telecom-Zentrale werden alle Datenpakete wieder zusammengesetzt. Auch Alexandra. Doch wie sieht sie jetzt aus! Den Aupackern 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 begründeten "Weltformats" - "metaphorisch <Sachsse 45> dasselbe, was derzeitige Kommissionen zur Festlegung von HTML, Unicode und Datentransferprotokollen umtreibt" = 44; sah die Organisation Die Brücke auch eine Publikation zu stereometrischen Formaten, "Weltformate für Körper" genannt, vor - aber nicht erschienen <Sachsse 45>

Vorläufer Radio?

- "basic organization of the radio communicating system in the Army is the net. The net consists of two or more radio stations located at the headquarters of the units which they serve" = 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 dissemination <sic> of information and especially in emergencies, the net organization proves its worth." <ebd.>

Bush (MEMEX), Nelson (XANADU)

- James M. Nyce / Paul Kahn (Hrsg.), From Memex to Hypertext: Vannevar Bush and the Mind's Machine, San Diego / London 1991

- "Vannevar Bush, U.S. director of the Office of Scientific Research and Development during World War II, proposed the memex, a desk containing a microfilm reader and stores of film that would serve as the equivalent of an entire research library. The memex would allow different items in the microfilm collection to be linked together and annotated by the reader. Bush's ideas influenced Ted Nelson, who

conceived of the hypertext system that was ultimately fashioned by others into the Web" = Editorial 1997: 50; Hypertext verlinkt nicht mehr vollständige "Seiten" wie bei Bush, sondern auf elementarerer Ebene: nicht mehr 35mm-Rahmen gibt das Format vor (kinematographische Verkleinerung), sondern Loslösung vom Papierformat, damit Loslösung von der Linearität der Druckschrift; Projekt Xanadu: Topologie der Verlinkungen werden sichtbar dargestellt; über Hypertext hinaus Hypemedia, auch Hypertime; Versions-Chronik von Wikipedia-Einträgen

- im logistischen Kontext von Netz / Web die Rede; Theodor Holm Nelson inspiriert von Vannevar Bush, der seinen "Memory Extender" im Juli 1945 in der Zeitschrift "Atlantic Monthly" unter dem Titel "As we may think" als eine mikrofilmbasierte Informationsverknüpfungsmaschine anpreist, die gerade der Natur des menschlichen Hirns, also der Assoziation, entspricht und einen Indexing-Mechanismus entwirft, der zugleich das Vorbild für die Desktop-Metapher wird - nämlich ein Schreibtisch

- Vannevar Bush, "As we may think" (1945): Memex soll "associative indexing" leisten, "the basic idea of which is a provision whereby any item may be caused at will to select immediately and automatically another."

- "Ein technisch-musikalisches Musiknetzwerk wäre somit nicht ein solches, das akustisches Material in einem Netzwerk verteilt, sondern eher eine technische Umgebung zur Herstellung bzw. Formung von Klängen, die eine Netzwerkstruktur in sich selbst aufweist" = Volmar 2002: 63

- Literatur zwar ein "system of interconnected writings", doch "[t]hese interconnections do not exist on paper except in rudimentary form" = Theodor Holm Nelson, Literary Machines. The Report on, and of, Project Xanadu, Sausalito, CA (Mindful Press) 1991, 2/9 - als Fußnoten, die im Ansatz schon Hypertext sind; Nelson 1991: 2/23

- wird der soziologische Begriff technisch, wenn Konnektivität von realen Relais geschaltet

- Differenz von Buchrolle und Kodex; entwickelt Nelson sein Konzept der Links: "Links are intrinsic to documents" (Ergänzung: "It is put in by a human"); definiert als "a connection between parts of text or other material"; dem multi-sensorischen Ereignis einer mittelalterlichen Handschrift näher als dem "heißen" Speichermedium Buchdruck = Nelson 1991: 2/23

- von-Neumann-Architektur (sequentielle Abarbeitung, seriell, algorithmisch) *versus* paralleles Computing / Processing; Vannevar Bush, Memex: Hirn arbeitet assoziativ; Konnektionismus, neuronale Networks. "Der Schritt vom Geist zum Gehirn ist ein Schritt von der Reinheit symbolischer Logik zur Empirie menschlicher Hardware" = Norbert Bolz, Computer als Medium. Einleitung, in: ders. / Friedrich A. Kittler / Christoph Tholen (Hg.), Computer als Medium, München (Fink) xxx, 9-16 (13); Orientierung am simultan prozessierenden Nervensystem eher Bild denn Rechnung; i. U. zum Turing-Paradigma des rechnenden Menschen als Papiermaschine nun neuro-informatische Metaphern des Hirn. Menschliche Signalverarbeitung (neuronal) wird dynamisch, interaktiv, sich selbst organisierend begriffen; dem paßt sich das *parallel distributed processing* im Computer an, "im Gegensatz zum traditionellen *computer memory*"; so können keine bestimmten Stellen mehr (mit Adressen versehen) lokalisiert werden, wo bestimmte Daten abgespeichert sind; "nicht aktivierte *patterns* existieren also auch nicht, doch können sie immer wieder evoziert werden" = 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

- Lévy's Kritik an Shannon. "Das elementare Schema der Kommunikation wäre nicht mehr 'A übermittelt etwas an B', sondern 'A modifiziert 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 Mehrzahl von Punkten (Gipfeln), die untereinander durch eine Mehrzahl von Verzweigungen (Wegen verbunden sind" [...]; jeder Punkt hat seine eigene Kraft (die in der Zeit möglicherweise variiert [...]" (Serres 1964, S. 9." Es geht also um reversible Wechselwirkungen, "die zudem nicht nur von Punkt zu Punkt, sondern auch innerhalb der Zeit variiert" = Stingelin 2000: 19 - zeitkritisch

- Ernst Jüngers Metaphorik von elektrischen Leitungsnetzen noch im Reich der Zirkulation analoger Energien, i. U. zum Informationsbegriff nach Norbert Wiener (ungleich Materie ungleich Energie): totale Mobilmachung leitet "das weit verzweigte und vielfach geäderte Stromnetz des modernen Lebens durch einen einzigen Griff am Schaltbrett dem großen Strom der kriegerischen Energie" zu = Ernst Jünger, Die Totale Mobilmachung [1930], in: ders., Sämtliche Werke. Zweite Abteilung. Essays I, Bd. 7, Stuttgart 1989, 119-142 (126)

- 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 jeweils aktuell bildend, nicht dauerhaft / speichernd; Übertragung Deleuzescher Konzepte auf das Internet "nicht frei von einer organozentristischen Metaphorik" = Martin Stingelin, Das Netzwerk von Gilles Deleuze. Immanenz im Internet und auf Video, Berlin (Merve) 2000, 25; (k)ein "Rhizom"; kein Biologismus, sondern eine logistische Maschine. Deleuzes Metaphorik verwischt die Strenge der Berechenbarkeit

Hat das Netz eine linguistische Struktur?

- wird die Struktur der Links als Basis genommen; ist "Kontext", was über Links direkt zugänglich ist, mithin eine rein syntaktische Struktur. "Werden die Links umgebaut, bricht der Kontext zusammen"; zweite Möglichkeit: vom Begriff eines semantischen

Kontextes auszugehen. "Dann ist es letztlich das System der Sprache, z. B. in der Formulierung von Such-Begriffen, das einen bestimmten textuellen Umraum erschließt" = Winkler 1997: 373; 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 [...]" = 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 Akteuren als Gesellschaft: umfassender Systembegriff der Kybernetik, *animals* wie *machines* umfassend, als Signalverarbeitung; Karl Küpfmüller, *Die Systemtheorie der elektrischen Nachrichtenübertragung*, Stuttgart 1949

- der „Netzwerk-Macht“ 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 zentrale, damit kontrollierbare Server = Manuel Castells, *Das Netz und sein Werk*, in: *Zeitliteratur* (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 unvorhersehbar für Informatik

Netz und Archiv

- wird nun das "Archiv" selbst zur Metapher des Internet; Deleuze: "Ich bin ein reines Archiv des 20. Jahrhunderts"; seine *abcaire* / seine Vorlesungen im Internet; dazu Stingelin, Netz / Deleuze, Berlin (Merve) 2000: 10
- Netz und Archiv: Ted Nelson 1974: "The possibility of using a hypertext network as a universal archive is a dramatic development" = Nelson 1974 / 1987: 33
- Boolesche Google-Suche "Netz-Metapher-Internet"; Internet "weiß" inzwischen selbst um seine eigene Metaphorizität?

Netzstruktur der Bilder

- Bilder "textil" im binären Sinn; anklickbar in Netz-Browsern, verweben sie sich in einer hypertextuellen Struktur; Ted Nelson 1981: 4/15

- "Der Kontextbegriff setzt zunächst relativ stabile Nachbarschafts- (Kontiguitäts-)Verhältnisse voraus; in linearen Texten die Anreihung, und in der 3-dimensionalen Realität das konkrete Nebeneinander im Raum. Auffällig ist nun, daß dieser Typus von Nachbarschafts der n -dimensionalen Netzlogik und dem Ideal sofortiger Veränderbarkeit diametral widerspricht" = Winkler 1997: 373. Dem entspricht die Logik der (Such-)Bilder, für die aber immer noch kaum Suchmaschinen bereitstehen.

- wird mit Frage nach dem Status und der Funktionsweise von algorithmischen Schemata hinter den digitalen "Bildern" analytische Hypothese der kybernetische Informationsästhetik, daß hinter den einzelnen Bildern *Muster* stehen, konkret

Am Ende: das Möbius-Band technischer Metaphern

- haben mittelalterliche Texte "multisensorische, vor allem aber bildhafte Wahrnehmung zu simulieren" gesucht = Wenzel 1998: 128. "Dem Zusammenhang des Zeitalters vor Gutenberg mit dem" - mithin 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 experience 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 Erklärung längst vergangener Ereignisse" = Uwe Neddermeyer, Wann begann das

"Buchzeitalter"?, in: Zeitschrift für Historische Forschung 20 (1993), 205-216 (206), unter Bezug auf: Ivan Illich, Im Weinberg des Textes. Als das Schriftbild der Moderne entstand. Ein Kommtar zu Hugos "Didascalicon", Frankfurt / M. 1991 [*Paris 1990], 172, Anm. 279

- Differenz zwischen mittelalterlicher und digitaler Multimedialität Bündelung pluraler Sinneskanäle zu einem Kanal: "The general digitization of channels and information erases the differences among individual media. Sound and image, voice and text are reduced to surface effects, known to consumers as interface" = Friedrich Kittler, Grammophone, Film, Typewriter, transl. Geoffrey Winthrop / Michael Wutz, Stanford (UP) 1999, 1

"Intelligente" Strom-Netze

- hängen *online*-Welten am Elektron

- "smart grid" / "digitales Geld"; wird Strom bereits mit dem vollelektronischen Computer intelligent, da er in Informationseinheiten (bits) verrechnet wird. Dem steht unter verkehrten Vorzeichen nun der Versuch gegenüber, Stromkonsum in Leitungsnetzen selbst intelligent zu machen, d. h. wie Daten zu behandeln.

- Projekt IREME; Verbrauchen wird selbst zum Mitproduzent, bei Einspeisung alternativer Energien aus dem eigenen Haushalt. Kritisch: Datenschutz der Kunden; der Stromverbrauch selbst wird zur Information; alte Differenz von Stark- und Schwachstromtechnik (Energieverteilung vs. elektronische Kommunikation) kollabiert, wenn das Stromnetz selbst "intelligent" wird (wie es schon vorher zur Datenübertragung mitgenutzt wurde)

- Problem der (Zwischen-)Speicherung überschüssiger Energie bei dezentraler Lieferung aus alternativen Quellen für Zeiten des Bedarfs; vormals im klassischen Starkstromnetz, das aus zentralen Kraftwerken kam, kein erhebliches Problem der Schwankungen (allerdings für analoges Fernsehen in DDR kritisch: Schwankungen in der 50 Hz-Frequenz als Synronisationsform für Bildzeilen in Sender / Empfänger)

- Leitungen einerseits, andererseits Elektromobilität

"Cloud computing" und "soziale Medien" als Herausforderungen an die Medienarchäologie

- kommunizieren "soziale Netzwerke" Inhalte, sagen indessen schon im Begriff eine topologische Infrastruktur; demgegenüber medienarchäologische Nutzung des "Web": Quellcodes versenden (Subjekt und Objekt der Universellen Turingmaschine / Band), *open source* statt dissimuliert als "Apps"

- verteilte statt idiosynkratische Rechnernutzung: Konzept SETI

- ISO/OSI Kommunikationsmodell offener Systeme; Trennung von Kommunikation, Transport, Vermittlung, Sicherung, Bitübertragung (physikalische Ebene); verschiedene Stufen von De/zentralität

Zeit-Schalter ("statt Timeline") zum Internet

- gründet 1996 Brewster Kahle Internet Archive
<http://www.archive.org>

- Eccles' & Jordans Flip-Flop-Schaltung; Veröffentlichung September 1919 "A trigger relay utilizing three-electrode thermionic vacuum tubes," in: The Electrician, Bd. 83, (September 1919), 298

- erste graphische "timeline" in William Playfair, Commercial and Political Atlas, 1786

- "Moore's Law": Packungsdichte von Transistoren in Integrierten Schaltkreisen verdoppelt sich alle 18 Monate; erste Formulierung durch Gordon Moore, Aufsatz 1965

- Unixzeit als Zeitdefinition, 1969 für das Betriebssystem Unix entwickelt und als POSIX-Standard festgelegt; zählt Computerzeit seit 1. Januar 1970

- Oktober 1998: Uhrenhersteller Swatch verkündet die "InternetTime"

- entwickelt Bob Metcalfe 1972 für das Ethernet das Programm für Computervernetzung namens PING, mit dem die Interoperabilität des Netzwerkes festgestellt werden kann

- baut Karl August Steinheil 1839 erste Verwendung einer Hauptuhr, um andere Uhren zu synchronisieren

- "Millenium Bug" 31. Dezember 1999 / 1. Januar 2000

- Schnelle Fouriertransformation, als Algorithmus für Computer entwickelt durch James Cooley und John Tukey, Aufsatz 1965

Pandemiebeschleunigte Kommunikation

- kommt die behördliche Information durch Briefverkehr an Haushalte unter dem Druck täglich wechselnder "Lagen" zur COVID-19 Pandemie seit Frühjahr 2020 nicht mehr hinterher; Zwang zum Echtzeit-Anschluss täglicher *updates* an Nachrichtenmedien (Radio / Fernsehen / Internet); tritt an die Stelle der diskursiven Gesellschaft / *community* das technische Kommunikationsnetz; Eskalation der (medien-)soziologischen Deutung (von Seiten Niklas Luhmanns) des einstigen Begriffs der "Gesellschaft" als Funktion der Kommunikationsmedien