

## ["ZUR COMPUTERARCHÄOLOGIE"]

### COMPUTERARCHÄOLOGIE

Er/zählen und Techno-Mathematik

Das Neue am Computer

Die Rechenmaschine Pascals

Babbages Maschinen (Analytical Engine / Difference Engine)

Die Chrono-Logik der von-Neumann-Architektur des Digitalcomputers

"Colossus" (Bletchley Park)

Rechnen mit Zeitereignissen (Parametron)

Ternäre Logik (SETUN)

DDR-Computer in den Technischen Sammlungen, Dresden

Nova 2, EDSAC

Experimentieren mit Commodore C64

Medienarchäologie des Computers, buchstäblich

Zur Metaphorik der Computer-Gehirn-Analogie

Computerkultur: Paarvermittlung

Miniaturisierung von Schaltkreisen

Computerarchäologie: Die Anonymisierung der Hardware  
(Daten)Archäologie konkret

### SHIFT-RESTORE-ESC

Musealisierung und / oder Retro-Computing

VCF Berlin 2015 und das Jahr 1965

Geplante Obsoleszenz (Mikroprozessor)

Hardwarenah ausbilden? Informatik vs. Medienpädagogik

Retrocomputing als medienhistorische Hilfswissenschaft

Der Anachronismus von Computerarchitekturen

Emulation *versus* Simulation?

### AHISTORISCHE ZEITWEISEN VON LOGIK UND 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*)

Medien*arché* (am Beispiel digitaler Datenprozessierung)

### MATERIAL ARIFMOMETR

Zahlen und Maschinen

Mathematik und Ökonomie

ARIFMOMETR. Eine Archäologie des russischen Computerdenkens

Computerhistoriographie: Die Archivlage

Das Museum: *Bletchley Park*

Kommando- und Kontrollstrukturen (E-Kraftwerk Vockerode)

Sowjetischer Computer: *memory*

Computer vom rechnenden Subjekt zum materiellen Objekt: ein

medienarchäologischer Fall

## COMPUTERSPIELZEIT

"Ergodische" Computer(spiel)zeit

Praktiken des Time-Sharing

Turing-Zeit

*Ray-tracing* und *-casting*

(Computer)Spiel(kultur)techniken

Computerspiele: scheinbar narrativ, tatsächlich die Dekonstruktion der Erzählung

Zeitkritik: *Ergodic Computer Games*

Computerspiele: Programme, nicht Inhalte lesen

Das Computerspiel als Kulturtechnik (GAME FACE)

Sampling / zeitdiskrete Proben nehmen

Computermedienarchäologie

Kriegs- und / oder Computerspiel

Computerspiele und / oder Erzählung

## COMPUTERARCHÄOLOGIE

### **Er/zählen und Techno-Mathematik**

- meint Technologie nicht nur die Insverksetzung physikalischer Materialität (*techné*), sondern ebenso die symbolische Notation, der arbiträre *lógos*. Im altgriechischen Vokalalphabet hat die Form der Zeichen nahezu keinen indexikalischen Bezug mehr zur Physik des Klangs der Vokale und Konsonanten respektive Phoneme; dieses Versprechen lösen erst phongographische Medien ein

- Differenz zwischen Semiotik und Kybernetik: "Im ersteren Fall haben die Zeichen einen Bezug, sie stehen für etwas, sie referenzieren. Im zweiten Fall sind die Zeichen selbst Gegenstände, mit denen Operationen durchführbar sind" = Gernot Grube, in: Autooperative Schrift - und eine Kritik der Hypertexttheorie, in: Gernot Grube / Werner Kogge / Sybille Krämer (Hgg.), Schrift. Kulturtechnik zwischen Auge, Hand und Maschine, München (Fink) 2005, 81-114 (94)

- mit elementarem Alphabet der diskrete Code angelegt, der in der symbolischen Maschine Computer 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. Unser subjektives, „inneres“ Zeitbewußtsein wird hier durch radikale technische Entäußerung provoziert.<sup>1</sup> Vor allem aber zeigt die extreme Verlangsamung des Bildaufbaus in Bullochs Lichtarchitekturen, daß digitale Bilder nicht(s) wirklich erzählen (die filmische Sequenz), sondern diskrete Funktionen von *Zählung* sind. Indem die Farben der einzelnen Pixelboxen in einem permanenten Übergang von einem Zustand in den nächsten sich zeigen, läßt die Wahrscheinlichkeit für jeden 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<sup>2</sup>) 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

---

<sup>1</sup> Dazu Edmund Husserl, Vorlesungen zur Phänomenologie des inneren Zeitbewußtseins, hg. v. Martin Heidegger, Tübingen (Niemeyer) 1928; unter Bezug auf Bullochs Pixelwerke: Huber 2002

<sup>2</sup> Siehe Susanne Holl, Das Pfand der Zahl. Zur Archäologie der Keilschrift, in: Sprache und Literatur 75/76 (1995), 100-109

communication"<sup>3</sup>. Schreiben gleich Rechnen in Uruk. Es ist ein medienarchäologischer Kurzschluß, daß erst der Computer die Entzifferung der abertausende von Keilschrifttafeln erlaubte, durch Berechnung.<sup>4</sup> Und das für die Kommunikation im Internet wiedergeborene Zeichen "commercial @" ist solche ein medienarchäologisches Relikt auf der Tastatur, ein ehemals mathematisches Zeichen für Kalkulationen<sup>5</sup>, das in den 80er Jahren, der Geburt des Internet, nicht mehr brauchbar

- beginnt *streaming* mit Lesekultur des Alphabets; Flusser zufolge meint Ikonoklasmus die Auflösung des zweidimensionalen Bildes durch die Zeilenförmigkeit der Schrift als Vorstufe des diskreten Streaming, insofern die ikonische Szene in einzelne geordnete (gezählte und kalkulierte) Symbole, die er/zählt werden können, aufgelöst wird: Literarisierung / Narrativisierung des Bildes = Medienkultur, 25. Erst im Strom des linearen Schreibens / Lesens kommt die Botschaft zustande; der alphabetische Code ist eindimensional und diskret (wie heute wiederum, als *re-entry* durch digitalen Code, die Bilder selbst, als Pixelserien)

## 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 möglich macht. Womit wir sehen, daß die Mechanisierung von Mathematik nicht nur eine Frage

---

<sup>3</sup> 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)

<sup>4</sup> Siehe xxx Damerow, xxx

<sup>5</sup> Zur Verwendung der Schreibmaschine für *billing* und Rechenoperationen siehe Scholz 1923: 106f

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"<sup>6</sup>

### **Babbages Maschinen (Analytical Engine / Difference Engine)**

- im Londoner Science Museum zuallererst James Watts Dampfmaschine mit Fliehkraftregler zu sehen; später Babbages vollständig mechanische Konstruktion einer Difference Machine; museale Kopräsenz des ersten digitalen (wenngleich nicht binären) Computers und der Maschine der Industriellen Revolution unter einem Dach erzeugt epistemogene Halluzination: wenn sich eine (kybernetischer Fliehkreisregler) dampfbetriebene, mechanische Computerkultur bereits im Viktorianischen England ausgebildet hätte; leitet sich das literarische Genre des *steam punk* ab<sup>7</sup>

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

- entwirft Babbage zwei Rechenmaschinen auf Basis von Dezimalarithmetik, die *Difference Machine* (1823) und die *Analytical Engine* (1834) - beide niemals fertiggestellt. Geschuldet war dies nicht Entwurfsfehlern, sondern an der mangelnden Präzision der Feinmechanik zu dieser Zeit

- resultiert Entwicklung einer Difference Engine aus Babbages Kritik an der Fehlerhaftigkeit in der menschlichen Errechnung und dem Druck von mathematischen Tabellen (die großen französischen Rechenwerke). An Stelle symbolischer Ausdrücke im Speichermedium Buch tritt die aktuelle Neuerrechnung in der Maschine; genau so definiert Heinz von Foerster die Handrechenmaschine Curta als latentes operatives Gedächtnis im Unterschied zum Speichergedächtnis; ein spezifisches "Ende der Gutenberg-Galaxis"

---

<sup>6</sup> Howard Aiken, 1956, „The Future of Automatic Computing Machinery“, in: Elektronische Rechenanlagen und Informationsverarbeitung (Darmstadt), 33

<sup>7</sup> William Gibson / Bruce Sterling, *The Difference Engine*, London (Gollancz) 1990; dt.: *Die Differenzmaschine*, München 1992

- formuliert Babbage (repektive Ada Lovelace) erste Ideen der Programmierung und mit der Analytical Machine das Konzept von getrennter Operationseinheiten für Speicherung und Prozessierung (*store* und *mill*). Babbage trennt nur *the store* (Speicher) und *the mill*; für die Arithmetische Einheit sind nur Additionen vorgesehen. Keine Ein- und Ausgabeeinheiten (Schnittstellen). Babbage adressierte den Speicher mechanisch, indem die Lochkarten für jede Speicherzelle eine gesonderte Lochposition hatten. Babbage kannte auch *Sprungbefehle* zum Verlassen des linearen Befehlsflusses

- geschichtskritische Nachfrage: Direkteinfluß von Babbages Konzept auf Turing, oder gleichursprüngliche Wiederentdeckung - Historie oder Gleichursprünglichkeit, Evolution oder Zeittunnelung?

### **Die Chrono-Logik der von-Neumann-Architektur des Digitalcomputers**

- medienarchäologische Ahistorizität: das "Jenseits" der Architektur von Rechnern, wie sie im Zweiten Weltkrieg entwickelt wurde und bis heute im Wesentlichen unverändert gültig ist, liegt schon in der Vergangenheit des *computing* angelegt. Das Ablegen von Daten und Programmen in ein und demselben Speicher, die Trennung desselben von der zentralen Recheneinheit und die Schnittstellen der Ein- und Ausgabegeräte sind Hardware-Prinzipien, wie sie unter einem ganz bestimmten historischen Index definiert worden sind (vornehmlich militär- und ingenieurstechnische Bedürfnisse, aber auch vor dem Dispositiv einer spezifisch modernen gedächtniskulturellen Praxis). Diese werden nun auf Bereiche übertragen, die vielleicht ganz divergenten kulturellen und kognitiven Logiken folgen.

### **Rechnen mit Zeitereignissen (Parametron)**

- aus der Steckdose mit Wechselstrom rechnen? zwar langsam (Takt: 50 Hz), dafür aber massiv parallel, weil Strom phasengleich pulst

- Prinzip der TIGRIS-Röhrenuhr Oszilla (Henry Westphal), durch Frequenzteilung direkt aus dem Stromnetz gespeist.

- Computer, der mit Phasenlagenverschiebung Nullen und Einsen rechnete  
- auf der Basis des sogenannten "Parametrons", sehr *sonisch*. Hier wird nicht ein Digitalcomputer nachträglich sonifiziert (Carlé, Miyazaki), sondern er rechnet genuin sonisch.

- Jan-Peter E.R. Sonntag, 14. März 2013: "dass das Prozessieren mit Wellen dem Prinzip nach sonisch ist, da es in Schallwellen umgesetzt werden kann – mechanisch – ich denke z.B. an Lord Kelvins Harmonic Analyser, der durchaus auch eine Membran anstatt des Zeichenstiftes führen könnte – und klar kann jede elektromechanische Schwingung verstärkt einen elektromagnetische Schallwandler treiben und so sonisch sein. Wenn aber

ein Apparat nur mit Wellenverschiebung rechnet um letztendlich einen diskreten Binärcode anzuzeigen, kann nur das Prozessieren als analog der Schallerzeugung meiner Meinung nach betrachtet werden, während sein Ergebnis eines von zwei Zeichen ist. Ist das Sonische nicht gerade eine nicht symbolische Repräsentanz?

<...> wo z.B. wo 44.000 Pbnkte mal z.B. 16bit Tiefe / Abstufung eine Kurve repräsentieren kann es wieder Schall werden, dessen Stufen wir nicht hören können, was unserer Hör-Trägheit geschuldet ist.

- elektrotechnisch sind 1 und 0 unhörbar, betrachtet man sie als maximale Umpolung. Schnell genug ab 16Hz bringen sie die Schaltung zum Oszillieren – müssten eine Rechteck-Signal sein und damit klingen wie eine Saxophon, praktisch aber bildet Klirrfaktor die resultierende Wellenform, die so komplex werden kann

- *Paramtron*, vor Jahrzehnten in Japan entwickelt: ein Digitalcomputer, der mit Hochfrequenzen in Phasenverschiebung rechnet; Entwurf Gojo; § in SCHWING "Der Schwingkreis als Computer: das *Parametron*"

eine "sonische" Form der Informationsverarbeitung, da schwingungs- und phasenbasiert, einzigartig in der Medienarchäologie der Digitalcomputers

"One day, a flip-flop of the PC-1 was connected to a loudspeaker and a program made the loudspeaker oscillate, thus generating a sound. The pitch was controlled by adjusting the shift number of the shift instruction and the sound duration was controlled by a busy jump in the output instruction."<sup>8</sup>

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

- E. Wada, *The Parametron Computer PC-1 and its initial input routine*, in: Raúl Rojas / Ulf Hashagen (Hg.), *The First Computers. History and Architecture*, Cambridge, Mass./ London (MIT Press) 2000, 435-452

- operiert Gotos PC-1 auf der Basis von Magnetkernspeichern und Schwingkreisen; oszillatorischen Ästhetik des analogen Synthesizers: "[m]agnetic core memory of the PC-1 used sinusoidal waves rather than pulses for write/read operations. The core matrix consisted of a 36 x 256 rectangular wire net. In each writing operation, a sinusoidal wave of frequency  $f/2$  was put through the selected one of the 256 row wires, and the 36 information bits were applied to the 36 colum wires in form of the sinusoidal wave of frequency  $f$ , where the pahse of the latter wave represented each information bit." = Textversion Wada für Konferenz Nixforf-Forum Paderborn 1998, Kap. 2 "Memory"; Druckfassung in: Raúl Rojas / Ulf Hashagen (Hg.), *The First Computers. History and Architecture*,

---

<sup>8</sup> 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)

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 auszunutzen, kann in der Notation der imaginären Zahlen im Einheitskreis gefunden werden, dort gibt es sowohl die / 0, die 1 auch als die -1

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

- bewältigt Computer das Oszillieren zwischen zwei Zuständen in der denkbar einfachsten Form, als rechnende Digitalität von 0/1, die schaltungstechnisch *nicht* die Dichotomie Präsenz/Absenz bedeutet, sondern schlicht zwei elektrische Spannungszustände. Vielmehr gilt es den Querstrich, das Dazwischen im Sinne des *tristate* differenziell zu denken; U. Tietze / Ch. Schenk, Halbleiterschaltungstechnik, Berlin u. a. (Springer) 1989, 207 ff.

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

## **DDR-Computer in den Technischen Sammlungen, Dresden**

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

## **"Colossus" (Bletchley Park)**

- bedient sich "Tunny"-Rechner eines zentralen Werks aus der Telephonwähltechnik, um eine jeweilige Walze in der deutschen Lorenz-Chiffriermaschine zu emulieren: der "uniselector"; handelte sich damit

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

## **Datenarchäologie**

- Landesarchäologe von Niedersachsen: Problem mit seinen alten Computerdatenträgern; es gebe in Kiel noch Geräte, die alte Daten lesen können; Antwort Ralf Bülow: alte Datenträgern vermutlich nicht lesbar, weil Mainframes mit Ausnahme einer PDP-8 alle erloschen; für neuere Datenträger (Floppys u. dgl.) an [www.computermuseum-oldenburg.de](http://www.computermuseum-oldenburg.de) wenden

## **Nova 2, EDSAC**

- Nova 2 operativer Minicomputer (also Computer ohne Mikroprozessor; CPU noch in diskrete Funktionselemente aufgelöst; mit Kernspeicher; über Binärschaltern in Oktanzahlen zu programmieren und nicht funkentstört, was im Nachfolger ALTAIR 8800 zu sonischen Emanationen führt; Nähe zum Direktcomputing verlockend, diskrete "Archäographie"

- Sir Maurice Wilkes gestorben, EDSAC aber "lebt", verfügbar als Emulation. Anlaß, über die verschiedenen Zeitlichkeiten von biologischen Körpern und technomathematischen Implementierungen nachzudenken; EDSAC-Emulation unter Windows

## **Experimentieren mit Commodore C64**

"Der 1982 auf den Markt gekommene und ab 1983 auch in Deutschland verkaufte C64 des Herstellers Commodore entwickelte sich schnell zu einer ernsthaften Konkurrenz für den TI-99/4A. Mit 64 KByte RAM, guten Grafikfähigkeiten und professionellem Sound-Chip setzte der C64 auf dem Markt der Home-Computer neue Maßstäbe. Obwohl er nur einen verhältnismäßig niedrig getakteten 8-Bit-Prozessor besaß, wurden Basic-Programme auf ihm deutlich schneller als auf dem TI-99/4A ausgeführt. Zudem verfügte sein Basic-Interpreter über Befehle wie PEEK, POKE und SYS, um Byte-Werte direkt in Speicherzellen hineinschreiben und dann als schnelle Maschinenspracheprogramme ausführen zu können. Vieles, was beim TI-99/4A Anlass zu Kritik gab oder eine kostspielige Erweiterung erforderte, war beim C64 besser gelöst oder gleich in der Grundausstattung verfügbar." = Wikipedia <?>>

- C64er-Emulation; Prozessorprogrammierung des Mosfet 6510, also der 64er-CPU; Prozessor überschaubar: 3 Register, eine 256 Bytes große Zeropage, kleiner Befehlssatz (ca. 56 Opcodes); für Menschensinne noch nachvollziehbar, wie ein Prozessor "tickt" (*clocking*)

- Lacans Begriff der "kybernetischen Tür" medienarchäologisch präzisieren; einer der Gründe, "antike" Rechentechnik nutzen; Signal-Symbol-Übergang noch sichtbar: <http://www.devic.us/hacks/anatomy-z80-gate> (Hinweis Stefan Höltgen)

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

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

## **Medienarchäologie des Computers, buchstäblich**

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

- Computing als Subjekt und Objekt: im Spiel "Minecraft" individuell Spiellevel konstruieren und für diese Konstruktionen Funktionsparameter definieren; damit Simulation einer 2-Bit-CPU = <http://www.youtube.com/watch?v=MvCJcMPWQiw> (Hinweis Stefan Höltgen)

## **Zur Metaphorik der Computer-Gehirn-Analogie**

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

nicht [...]"; Analogie läßt sich in einem medienepistemischen Artefakt erden: der Elektronen-Gasentladungsröhre als Thyristor. Denn nur für sie gilt (im Unterschied zum Vorgänger des elektromagnetischen Relais, wie bei Zuses Z1, und im Unterschied zum Nachfolger Transistor respektive Integrierte Schaltung), daß sie wie Synapsen sich ansteigend lädt (hier noch "analog", elektrotechnisch, wie ihr Einsatz im Rundfunk), um dann ab einem bestimmten Spannungswert zu kippen und damit als ein digitaler Schalter zu fungieren (FlipFlop; das Gitter der Triode sperrt gegenteilig)

## **Computerkultur: Paarvermittlung**

- sozialwissenschaftlicher Begriff des Computers laut Erhard Tietel, *Das Zwischending*; ein kybernetisches Dazwischen. "Fokussierung auf den Prozess des Dazwischens" (Wandler, Überträger)

- (rekursiver) Algorithmus "Partnervermittlung" berechnet maximale Menge von Paaren M (in Pseudocode), Autoren: Claus / Diekert / Petersen 2008, 380 (Hinweis Stefan Höltgen, Januar 2011); Computer diskursiv reduziert auf Statistikmaschine; seine Eskalation aber gründet in algorithmischer Intelligenz

## **Miniaturisierung von Schaltkreisen**

- Dissertation Peter Koval, *Das Rechnen mit dem Rechnen. Eine Halbleitergeschichte des Moore'schen Gesetzes*, Berlin (HU), 2013

- extreme Miniaturisierung technischer Schaltungen, von der buchstäblich handgreiflichen Verdrahtung elektronischer (aktiver und passiver) Bauteile bis hin zum integrierten Mikrochip in aktuellen Rechenmedien; gewonnen wird ist Speicher- und Rechenkapazität in unvorstellbarem Maße (Moore's Law) und eine atemberaubende Steigerung von Rechengeschwindigkeit. Was verloren geht, ist die medienarchäologische Taktilität, an welcher medientheoretische *Einsicht* bislang praktizierbar war. In einem Fundus von Medientechniken der Gegenwart, der sich auf die Kernelemente (nicht das einkleidende Design) konzentriert, ist heute im Wesentlichen fast nichts mehr zu sehen als kleine schwarze IC-Käfer. Sind heute Millionen von Transistoren in Mikrochips eingelassen und in ihrer siliziumlithographischen Technik eher eine späte Form von Buchdruck, war das klassische Radio auf Elektronenröhrenbasis noch ein dreidimensionales Gebilde, eine Medienskulptur. Elektronische Fernsehbilder, die vor einem halben Jahrhundert mit monströsen Bandmaschinen aufgezeichnet und wiedergegeben wurden, finden heute Platz auf einem Memory-Stick. Diesen zu aktivieren brauchte es zwar keine Ampex mehr, aber doch elektronisches Gerät

- schußfähiger Radiosender und -empfänger: Annäherungszünder; Mara

---

<sup>9</sup> Norbert Wiener, *Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung im Lebewesen und in der Maschine* [AO 1948], Düsseldorf / Wien (Econ) 1963, 42f

Mills weist hin auf Hörgeräte als alternativer Vorform der Miniaturisierung von Elektronik; technoökonomisches Rechnen; Dreifachröhre OE 333  
Manfred von Ardenne: dreidimensionaler IC

- "bewahrt" Hardware Software vor dem Nutzer; von Kittler 1993 "There is no software" Umkehr zu "Hardware, das unbekannte Wesen" 1996;  
Emulation

- Mindell: Operationsverstärker als das entscheidende epistemische Ding

- Turing 1936: kein Computer kann beweisen, daß er einen anderen vollständig konstruieren kann (Unvollständigkeit); Äquivalenzen von Maschinen un/entscheidbar?

- Entwurfsprozesse; Analogien von "realen" und Computerarchitekturen

- schrieb Bernd Mahr in 1960er Jahren "Hardwareprogramme" (Test von Hardware Ein- und Ausgängen, von Hand)

- epistemologischer Bruch (medienarchäologisch) ist die Mathematisierung der Schaltungsverdichtung, wie schon Umschlag bei Shannon: "Algebra" von Schaltungen

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

-  $10^3$  hoch minus  $32$  als unterste Grenze von Schaltungsgeschwindigkeit

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

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

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

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

### **Computerarchäologie: Die Anonymisierung der Hardware**

- operiert Datenverarbeitung auf Basis "nicht von Sprachen, sondern von Algorithmen und zeitigt deshalb Effekte, die keine Rede - auch meine nicht - ausreichend beschreiben kann" = Friedrich Kittler, "Fiktion und Simulation", in: Aisthesis. Wahrnehmung heute, Leipzig (Reclam) 1990, 196-212 (196)

- Ende der *ekphrasis*.; archäographische Medien(be)schreibung heißt vielmehr *diagrammatic reasoning* als techno-mathematischer Mitvollzug

- Erwerb eines alten ATARI-Rechners erlaubt, anachronistisch - medienarchäologisch nachholend - die Erfahrung der ersten Generation von Heimcomputernutzern zu machen: wirklicher als Emulationen dieses Rechners aus dem Netz, sie zu begreifen

- Medien@archäologie (schreibt Programm automatisch als Web-Adresse, weil at-Zeichen) meint, die medialen Phänomene (d. h. was dann menschlichen Sinneskanälen zugänglich ist) auf ihre apparativen (dispositiven), mathematischen und elektronischen Bedingungen hin zu durchschauen / transparent zu machen. Offengelegt wird damit jene mikrotemporale Ebene, auf der Dinge von Medien registriert werden - ob dies nun von Menschen bemerkt wird oder nicht, ein nicht-phänomenologischer Ansatz

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

- Kontrast zwischen der Wort-Kontext-Suche in den Digital Humanities (am Beispiel von Kant-Texten) als Reisen durch Benutzeroberflächen und FAKs radikal-archäologische Reduktion der Computerästhetik auf die *aisthesis* von Basisprogrammieren

- gerade im Kunstkontext auf die archäologische Seite der Bildverarbeitung

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

### **(Daten)Archäologie konkret**

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

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

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

- Jenseits der historischen Imagination hält sich *machine reasoning* an das Vorgefundene = M. J. Doran, "Archaeological reasoning and machine reasoning", in: J.-C. Gardin (Hg.), *Archéologie et Calculateurs*, Paris (Éditions du CNRS) 1970, S. 57-69 ; diese Archäologie keine Geschichte antiker Techniken mehr, sondern *science*, eine exakte Wissenschaft, *mathesis*. "Archaeology, relieved of the passion for objects (from antiquities and works of art to museum pieces) needs to seek, record, consult, process, reconstruct the truncated and distorted information"<sup>10</sup>

- SHIFT-RESTORE-ESC. Die *Aufhebung* des Retrocomputings in der Medienarchäologie (Vorlesungsreihe HU Berlin, Medienwissenschaft)

### **Musealisierung und / oder Retro-Computing**

- Verein zum Erhalt klassischer Computer e. V.: "Erhalt klassischer Computer. Die Computer werden bei Bedarf repariert *und wieder*

---

<sup>10</sup> *F. Djindjian, "Introduction", in: ders. / H. Ducasse (Hrsg.), Data Processing and Mathematics Applied to Archaeology ( = Pact 16/1987, Council of Europe), S. 11.*

*einsatzfähig gemacht*. Um die klassischen Computer einer breiten Öffentlichkeit präsentieren zu können, werden Veranstaltungen wie die Classic Computing durchgeführt" = Podiumsdiskussion *Hardware? Software? - Archivierung zwischen Musealisierung, Diskursivierung und Operativ(er)haltung*, HU Berlin (Medientheater), 9. Juli 2013, Vortragsreihe "SHIFT - RESTORE - ESCAPE"

- Ende des C64 ca. 2033: kritische Teile auswechseln; funktionaler *versus* kuratorischer Ansatz; Originalteile erhalten. Mittelweg: entfernte Kondensatoren aufbewahren, um nötigenfalls "ursprünglich defekten Zustand" wiederherzustellen (Bernd Ulmann); quellenkritischer Ansatz / das materiale Artefakt

- Thiemo Eddiks kuratiert das *operative* Oldenburger Computermuseum; Credo Oldenburg: "Heraustüfteln mit original Software auf original Hardware"

- medientheoretische Nachfrage Höltgen: Wenn antiker Apple-Computer angeschaltet wird (und noch operationsfähig ist), ist er nicht in der Vergangenheit (im Jahr 1983), sondern radikal in der Gegenwart. Antwort Museum Oldenburg: strikt chronologische Ordnung

- KEEP-Projekt der EU (Framework 7): Ermöglichung der Aufrechterhaltung von Plattformen, so, wie sie tatsächlich vorliegen = Keeping Environment Emulation Portable; Archivprojekt Berz / Feigelfeld: Plattform Computer Kittler

- in früher Computerkultur *quasi* selbstbewegt Portierung von DOS auf Windows

- gibt es keine "alte Software"; logische Ordnungen sind in einer metahistorischen Zeit. Erst in der konkreten Implementierung sind sie im historischen Kontext verkörpert

- ein *inoperatives* Computermuseum ist keines; Mainframe-Computer schwerer operativ zu halten

- "historische Aufführungspraxis" von Musik: Hören ist historisches Phänomen, kann heute auch auf Originalinstrumenten nicht mehr gleich-nachvollzogen werden (Tom Levin); anders technomathematisches Regime: zeit/*invariant*; Problem: Inkompatibilität früherer Monitore (Bildsynchronisation) / moderne Emulatoren; "historische" Anmutung abgeleitet aus Peripherie, wie früher die Einkleidung der Radioapparaturen. Quer dazu steht die Turingmaschine als solche

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

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

- museologischer Primat: Hardware soll so erhalten bleiben, wie als Schenkung erhalten; d. h.: Computer in Vitrine stellen (Kudraß, DTMB). Früher noch gruppenweise Einblick in Funktionsweisen. Prinzipiell vorführbar, aber Veteranen treten ab. Ersatzweise: Filme zeigen, und/oder Emulatoren. 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 und das Jahr 1965**

- Vintage Computing Festival Berlin; Akzent auf Lauffähigkeit der Systeme; auf diese Weise die Computergeschichte real erfahrbar machen.

- 1965 CTSS, erstes Time-Sharing-Betriebssystem; konzipiert Maurice Wilkes im selben Jahr den Cache-Speicher (Speichertheorie); 1965 „Moore's Law“ formuliert; Time-Sharing als "Zeitanteilsverfahren" = Negroponte 1995: 119; vergleichzeitlich das Terminal von Computernutzern; digitale Telephonie heute: Mehrfachnutzung eines Übertragungskanal / Mehrfachtelegraphie; von verschiedenen Orten auf einen einzelnen Rechner zugreifen

- 50 Jahre „Hypertext“ von Ted Nelson und XANADU, nonlineare Schrift in signalverarbeitenden Medien

- Oktober 2014; Digital-AG Halle eröffnet neugestaltetes Museum; Homepage der ("Rechenwerk") Digital-AG: <http://9hal.ath.cx/usr/digital-ag/projekte/andere/museum>; Video, gedreht in den (neuen) Räumen der Digital-AG: [http://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=A53J5pQhYqc](http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=A53J5pQhYqc)

- Museum in Naunhof, wo Andreas Richter einen SER2B wiederzubelebt; <http://www.museum-fuer-historische-buerotechnik.de/>

## **Hardwarenah ausbilden? Informatik vs. Medienpädagogik**

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

- frühe didaktische modulare Programmiersprachen wie ELAN (Werte vorbelegen, rechnen, ausgeben); bereits Gabelung: hard- oder softwarenah ausbilden? Algorithmen in den Vordergrund stellen, jedoch Turing: Algorithmist *ist* die Maschine; demgegenüber heute a) Kritik Claus Pias, in *Merkur*, sowie Medienpädagogik: vielmehr in Zeiten von Facebook und *cloud computing* medienethische Fragen diskutieren (Recht auf Datenlöschung im "Identity Management")

## **Retrocomputing als medienhistorische Hilfswissenschaft**

- Mechanismus der Suchmaschine Google läßt sich auf die Computertechnologie der 1960er-Jahre mit Lochkarte und Bandspeicher "downgraden", auszuprobieren *online* unter <http://www.masswerk.at/google60> (Aktivierung Dezember 2012)

- Forschung durch *circuit bending*, analog zur "Forschungskunst" in der Kunstpraxis; krude computerarchäologischen Erfahrungen wie Plattform-Offenlegung und medienarchaische Assemblerprogrammierung sind auch in Zeiten der sogenannten "sozialen Medien" und fast vollständig virtualisierter Informatik erkenntnisleitend

## **Der Anachronismus von Computerarchitekturen**

- automatisierte, mit Stapeln sortierter Lochkarten vollzogene Rechnungen in Charles Babbages Entwurf einer *Analytical Engine* zeitinvariant: "Each set of cards made for any formula will at any future time recalculate that formula with whatever constants may be required. Thus the Analytical Engine will possess a library of its own. Every set of cards once made will at any future time reproduce the calculations for which it was first arranged."<sup>11</sup>

- Eigenart des digitalen Codes, daß er "in einem gewissen Sinne Ort und Zeit bedeutungslos werden läßt"<sup>12</sup>. Dies gilt weitgehend für alles, was in symbolisch oder diagrammatisch kodierter Form, d. h. buchstäblich oder in Form von Schaltungen, erstellt wurde und überliefert wird - "solange der 'Code' noch decodiert werden kann" (Gschwind ebd.). Diese doppelte Lesefähigkeit auf Hard- und Softwareebene aufrecht zu erhalten ist die Leistung der Retrocomputing-Szene.

---

<sup>11</sup> Charles Babbage, *Passages from the Life of a Philosopher*, London 1864, 119

<sup>12</sup> 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)

## Emulation versus Simulation?

- auf aktuellem PC den Vorgänger ENIAC (Sonifikation seiner noch niederfrequenten Cycling Units) erklingen lassen; Einspielung von mp3-Datei (komprimiert) eine Aufzeichnung; alternativ möglich, eine gleichursprüngliche Artikulation des Computers zu ermöglichen, als Emulation des ENIAC; das wäre keine bloß konzertante Repräsentation. Der Computer vermag seine eigene Vergangenheit zu vergegenwärtigen, in Form des "historischen Perfekt": fortdauernd als logische Struktur. Aus ENIAC resultierte die EDVAC-Architektur (bis heute gültige Tektonik des programmspeicher-Computers), sofern diese in der Gegenwart nicht "historisiert", sondern aufgehoben ist. Das Nicht-Historisierte der computativen und kybernetischen Kernfunktionen (Iterationen, Rückkopplungen) dauert im *ubiquitous computing* der Gegenwart an: im Konzept der strikt sequentiellen Datenabarbeitung und Speicherprogrammierung. Die gespeicherten Daten wirken hier zugleich als Revision des aktuellen Befehlssatzes. "Das Diachronische ist synchronisch operant."<sup>13</sup>

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

- Jussi Parikka, What is Media Archaeology?, Cambridge / Malden, MA (Polity Press) 2012

- Claus Pias, Computer-Spiel-Welten, München (sequenzia) 2002

- Gilbert Simondon, Die Existenzweise technischer Objekte, Zürich (Diaphanes) 2012

- Doron Swade, Collecting Software: Preserving Information in an Object-Centred Culture, in: History and Computing Vol. 4 No 3 (1992), 206-210

## AHISTORISCHE ZEITWEISEN VON LOGIK UND 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

---

<sup>13</sup> Bitsch 2009: 425f., unter Bezug auf John von Neumann, Papers of John von Neumann on Computing and Computer Theory, Cambridge / London / Los Angeles 1987, 19

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."<sup>14</sup> In diesem Feld philosophisch-mathematischer Logik und physikalischer Gesetzmäßigkeiten handelt es sich nicht um *Erfindungen* kulturellen Wissens, vielmehr um *Findungen* des latent bereits Vorliegenden durch kulturelle Technik (in diesem Fall der Digitalcomputer) - technologische *aletheía*, in der dialektischen Entbergung des Natürlichen (*physis*) durch eine kulturell angeeignete, damit reflektierte zweite Natur (Technologien). Letztere nähert sich der primären Natur in zunehmender Adaption. "The new media are not bridges between man and nature: they are nature" = 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."<sup>15</sup> Daraus folgert Aristoteles, daß „die Zeit Zahl ist“ = ebd.: 117

- "The length of numbers in binary notation is at least double that of numbers in the decimal system <...>. This makes the binary system impractical for human calculators, but it does not upset computers in the least. From the computer's point of view, these sequences of 1 and 0 are convenient, for they are easily codified in electric signals; the passage of current expresses 1, its interruption 0."<sup>16</sup>

- einmal unter Strom gesetzt, egalisiert blitzschnelle Geschwindigkeit elektronischer Rechner den (aus menschlicher Sicht) Nachteil der binären Notation, weil er den phänomenologisch rechnenden Zeitsinn vielfach

---

<sup>14</sup>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)

<sup>15</sup> Aristoteles, *Physik* Buch IV, Kap. 12, 220b = Arist. 1967: 116

<sup>16</sup> Denis Guedj, *Numbers. The Universal Language*, xxx (Thames & Hudson) xxx, 59

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."<sup>17</sup>

- Information der Wert einer Neuigkeit, der Überraschung einer Nachricht: "Information Theory is concerned with this problem of measuring changes in knowledge"<sup>18</sup>; insofern macht es Sinn, Entropie zur Basis dieses Informationsmaßes zu machen. Information selbst kann nur mit einer "operational definition" gefaßt werden, "i. e., a definition in terms of what it *does*: as [e. g.] *force* is classically defined in terms of the acceleration which it causes or could cause)" - ein Mediendrama. "The effect of information is a *change* in a representational construct" = ebd., 514

- wird mit komputierenden Medien Zeit selbst als gezählte implementiert

- widerphysikalisches ("negentropisches<sup>2</sup>) 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."<sup>19</sup>

---

<sup>17</sup>Aurelius Augustinus, Was ist Zeit? Confessiones XI, lat./dt., übers. v. Norbert Fischer, Hamburg (Meiner) 2000, § 31

<sup>18</sup> Donald M. MacKay, The Nomenclature of Information Theory, in: Pias (Hg.) 2003: 511-523 (511)

<sup>19</sup> 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

- Unterschied zwischen der abstrakten Turing-Maschine und einem operativen Computer liegt in seiner Welthaftigkeit, und das heißt Zeithaftigkeit. "Gatter sind ideal geeignet, um bestimmte 'Ereignisse' über die Eingänge miteinander zu kombinieren, um über den Ausgang eine bestimmte Schaltfunktion zu erreichen"<sup>20</sup>; vgl. Konzept der Memetik: "Werkzeuge, Bauwerke und andere Erfindungen sind bestenfalls Mem-Träger. Ein Waggon mit Speichenrädern bringt nicht nur eine Fracht von einem zu einem anderen Part, sondern trägt auch die brillante Idee eines Waggons mit Speichenrädern von Geist zu Geist" <Dennett 1994: 268>

- Argument Martin Heideggers in Logik-Vorlesung SS 1934: Die Zahl bleibt invariant gegenüber dem Vergehen historischer Zeit. Demgegenüber betont Friedrich Kittler, „dass es keine ewigen Wahrheiten der Mathematik gibt. Sie hängen nicht am Himmel, um dann heruntergepflückt zu werden, wie Platon sich das vielleicht vorgestellt hat. Die Mathematik steht selber wieder in der Geschichte unmathematischer Kontexte" = Friedrich Kittler, Weil das Sein eine Geschichte hat [Gespräch mit Alessandro Barberi], in: ÖZG 11 (2000) 4, 109-123 (115); "Wechselspiel" (Kittler ebd.) entspricht der chiastischen Konstruktion des *new historicism*: in der Literaturwissenschaft: die Historizität von Texten einerseits / die Textualität der Historie andererseits; Struktur und Kontingenz. Kleinste Innovationen und Verschiebungen auf Signifikantenebene triggern hier epochale epistemologische Diskontinuitäten - etwa die Einführung der Ziffer „Null“ sowie die abendländische Übernahme des indischen Stellenwertsystems über den Umweg Arabiens - eine in der Tat symbolische Maschine, die zum Algorithmus führt. *Daß* aber überhaupt dieses Wissen nach Europa gelangt, ist als „Kreuzzugswunder“ <Kittler ebd.> eher historischer Kontext denn die Eigenzeit und -logik mathematischen Wissens. Und doch hat die Null vergessen, aus welchen historischen Kontexten sie stammt; sie *wirkt* in Rechenmaschine operativ und zeit/*invariant* fort (Genesis und / oder Geltung)

- Mathematik "eine Wissenschaft, in der jeder die Entdeckungen der großen Forscher nacherleben kann, ohne deshalb in ferne Länder <oder in ferne Zeiten> <...> reisen zu müssen"<sup>21</sup>. In der Mathematik "läßt sich alles nachprüfen: man kann den gleichen Weg zu den gleichen Entdeckung gehen, den die Großen der Wissenschaft schon gegangen sind" <a.a.O., 5> - die Nachvollziehbarkeit der Methode im logischen Raum, different vom kontingenten historischen Feld

- dazwischen das physikalische Experiment in seiner Laboranordnung. Sein Nachvollzug ist eine Wieder*instanzierung* des primären Experiments, eine Aufhebung der historischen Zeit zugunsten einer Gleichursprünglichkeit

- fragt sich Immanuel Kant, "ob eine *Geschichte* der Philosophie mathematisch abgefaßt werden könne" = zitiert in Ebeling / Altekamp

---

<sup>20</sup> Anleitungsbuch zum Busch-Experimentiersystem 2188 Computer-Technik, Viernheim 1988, 24

<sup>21</sup> Lilly Görke et al., Rund um die Mathematik, Berlin (Kinderbuchverlag) 5. Auf. o. J.

(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."<sup>22</sup>

- 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)<sup>23</sup>. Das *double-bind* der Mathematik besteht darin, immer zwischen metahistorischer Gleichursprünglichkeit und diskursiver, kulturhistorischer Relativierung zu oszillieren. Zitat (Spengler S. 118): "Geometrie heißt die Kunst des Messens" - mithin also Analogrechnen -, "Arithmetik die des Zählens." Kommentiert Klaus: "Eigengesetzl. des Mathem.!"

- weitere Exzerpte aus Spenglers Werk durch Klaus in Form eines Typoskripts (paginiert 19 ff.); Auszug Spengler: "Es gibt mehrere Zahlenwelten, weil es mehrere Kulturen gibt. <...> Was wir Geschichte der Mathematik nennen, vermeintlich die fortschreitende Verwirklichung eines einzigen und unveränderlichen Ideals, ist in der Tat, sobald man das täuschende Bild der historischen Oberfläche beseitigt, eine Mehrzahl in sich geschlossener, unabhängiger Entwicklungen, eine wiederholte Geburt

---

<sup>22</sup> Jean-François Lyotard, Can Thought go in without a Body?, in: ders., The Inhuman. Reflections on Time [\*L'Inhuman: Causeries sur le temps, Paris 1988], Stanford, Cal. (Stanford University Press) 1991, 8-23 (12f)

<sup>23</sup> 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

neuer, ein Aneignen, Umbilden und Abstreifen fremder Formenwelten."<sup>24</sup>

- 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

- zerrendiskursive Kontexte am Wissen der Physik und Mathematik, setzen ihr Vetorecht aber nicht ausser Kraft: "Wenn wir unsere mathematischen Kenntnisse erwerben, wiederholen wir die lange mathematische Geschichte der Menschheit. Die Ontogenese rekapituliert die Phylogenese."<sup>25</sup>

- 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.

---

<sup>24</sup> Siehe die Ausgabe Oswald Spengler, Der Untergang des Abendlandes. Umriss einer Morphologie der Weltgeschichte, München 1918/1972, 79, zitiert im Kapitel "Geschichtscodierungen", in: Daniel Tyradellis, Untiefen. Husserls Begriffsebene zwischen Formalismus und Lebenswelt, Würzburg (Königshausen & Neumann) 2006, 152-162

<sup>25</sup> Dr. Maaser / Prof. Walther (Hg.), "Handbuch Bildung", Eintrag "Mathematik", unter: "Zweige der Bildung: mathematische". Verf.: Ernst Horst <??>

Masani, Norbert Wiener: 1894-1964, Basel / Boston / Berlin (Birkhäuser) 1990, 14

- gilt für technisches, logisches, mathematisches Wissen, das sich seit der altgriechischen Antike übermitteln, 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, weniglich 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).

- Eulers Berechnung der Basis der natürlichen Logarithmen (ergibt die Spirale, Konus-Muschel "Nautilus"). Ausgelegt als Manuskriptseiten mit Rechnungen und Zeichnungen in der 300. Geburtstags-Ausstellung zu Ehren Leonard Eulers im Foyer der HU Berlin April 2007, überblendet sich hier die schemenhafte historische Imagination einer Figur / Person Leonard Euler mit den hier sichtbaren Operationen unter seinem Namen, die vor allem die Suprematie der mathematischen und diagrammatischen Operation durchscheinen lassen, deren Medium / Funktion ("Autor") Euler ist. Hier aber vollzieht sich eine flache temporale Wahrnehmung "Eulers", im Unterschied zur emphatischen historischen Zeit. Auf der operativen Ebene (und nachgeordnet auch der symbolischen Maschinen, also solche Monumente von Operationen auf Papier namens Manuskript) geschieht ein anderes Zeitverhältnis, weder wissens- oder wissenschaftsgeschichtlich noch atemporal

- Entstehungszusammenhang des Brücken-Problems in Königsberg bei Euler erhellt deren spezifische Form. In welchem Verhältnis stehen hier Historie und ahistorische Symboloperation? Wieder eine doppelte Bindung, ein historisch-ahistorisches Hybrid; Genesis/Geltung-Dichotomie als Differential denken

## Mathematik und historische Prozesse

- "Das Mathematische ist gekennzeichnet durch seine sog. 'Überzeitlichkeit' (mitunter wird dafür auch 'Unzeitlichkeit' oder 'Zeitlosigkeit' gesagt)."<sup>26</sup>

- 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.<sup>27</sup> Fourieranalyse ist eine Methode, die Schwankungen über ein endliches Zeitintervall komponentenweise aufzulösen.

- "Daten hingegen, die erheblichen Außeneinflüssen unterworfen sind, müssen auf eine andere Weise verarbeitet werden" <43>; Historie ist der Name für kontextintensive, kontingenzanfällige Prozesse, so daß sich etwa ökonomische Daten in Kriegs- oder Friedensphasen anders entwickeln lassen. "Wir sind noch nicht an jenem Punkt angelangt, da der maßgebende Blick auf die menschliche Geschichte demjenigen entspricht, der für einen Beobachter von Veränderungen einer Fruchtfliegenpopulation am zweckdienlichsten ist. <...> Periodogramme, die historisch bedeutsam sind, haben ein *per se* begrenztes Auflösungsvermögen" <43>. Die "streng mathematische" Schule der Ökonomen versucht, "ausgeklügelten mathematischen Methoden innerhalb der Wirtschaftswissenschaften dieselbe Rolle zuzuweisen, die sie bereits in der Physik spielen". Doch lassen sich "die für den Menschen wichtigen Aspekte der Wirtschaft möglicherweise nicht in eine präzise mathematische Definition überführen" <ebd.> - wie Shannons Kommunikationsbegriff an der Grenze

---

<sup>26</sup> Oskar Becker, *Mathematische Existenz. Untersuchungen zur Logik und Ontologie mathematischer Phänomene*, 2. unveränd. Aufl. Tübingen (Niemeyer) 1973, 197

<sup>27</sup> So definiert in der Anm. d. Übersetzers Christian Kassung, Anm. 9. ebd.

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"<sup>28</sup>, ebenso wie Shannons Informationstheorie von der Semantik der infragestehenden Nachricht abzusehen vermag, und der Bibliothekar vom Inhalt der Wiener Hofbibliothek in Kapitel 100 von Musils *Mann ohne Eigenschaften*

### **Ahistorizität der Mathematik? Spengler vs. Klaus**

- Nachlaß Georg Klaus im Archiv der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, Fasz. N (2) Exzerpte zu "Spenglers Philosophie der Mathematik" (München, Beck 1920, 79-131); Quelltexte u. a.: Weyl, handschriftlich Zitat Spengler S. 103 "was eine unbestimmte Zahl  $a$  und was eine unbenannte Zahl  $3$  ist ... hätte ein Grieche gar nicht angeben können ..."; Anm. Klaus: "Falsch! 1. Eukl. Abstraktionen von sinnl. Ansch. gehen *viel* weiter 2. Gleichungslehre d. Seleuxxxzeit; Klaus' Frage: "Warum war Algebra ungreichisch? Und Diophant also kein Grieche mehr?"

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

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

---

<sup>28</sup> Eintrag "Ereignis", in: Guido Walz (Red.), Lexikon der Mathematik, Bd. 2, Heidelberg / Berlin (Spektrum) 2001, 67

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

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

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

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

- paradox, daß im Namen von Wissensgeschichte (wie es ja neumodisch oder wirklich neu jetzt heißt) einerseits die Historizität aller Wissensformen behauptet wird, andererseits aber die Mathematik (und die Elektrophysik und Logik von Mediensystemen) prinzipiell ahistorische Gültigkeit, also eine Invarianz gegenüber dem Historismus beansprucht oder besser praktiziert. Immerhin gelten die Sätze des Pythagoras auch heute noch, nur daß sie komplexer geworden sind. Ist also der historiographische Diskurs der falsche Weg, das Gedächtnis von Mathematik zu beschreiben? Oder sind Mathematik und medientechnische Gesetze in einer Art double-bind, d. h. einerseits mit einem klar datierbaren historischen Index versehen (Zeitpunkte der Entdeckung von Verhältnissen, womit wir wieder bei Euler z. B. wären), die aber andererseits - in einem ahistorischen Raum - latent immer schon am Werk waren (oder sein werden, noch der analytischen Durchdringung harrend). Gilt auch für die Turing-Maschine: Sie ist jeweils in diskreten Zuständen, also nicht in der Zeit; andererseits ist erst ihr zeitlicher Vollzug die Differenz von Computer als Denkmodell und Computer als Handlung

- inwiefern ist Satz des Pythagoras  $a(\text{Quadrat}) + b(\text{Quadrat}) = c(\text{Quadrat})$  in seinem Wissen invariant gegenüber wandelnden (kultur)historischen Diskursen? Manifestiert in anderen Medien bei Pythagoras (Mathematik als Geometrie, mit Zirkel und Lineal), gilt er gleichursprünglich dennoch auch in der Arithmetik. Die damit verbundene Aussage ist nicht des Menschen, sondern stellt ihn immer wieder in dieses nicht-historische Wissen; gilt bedingt auch für technomathematische Medien

- Gegenstände der Mathematik idealisierte Gegenstände *im Vollzug*? Pythagoras' Monochord: am dynamischen Objekt erworbene These "Alles ist Zahl"

- Platon (*alias* Sokrates an Glaukon): Mathematiker, Geometriker behandeln Kreis und Linie wie gegeben; reden aber gar nicht über die tatsächliche Linie, sondern die dahinter gedachte; Kritik des Antikythera-Mechanismus?

- Ahistorizität: Idee der Widerspruchsfreiheit (semantisch wie syntaktisch) als notwendige Bedingung des Wissens; Logik; Wissen der Mathematik an Voraussetzungen gebunden - historische oder Axiome?
- Turingmaschine zwar "historisch" erfunden, aber als mathematischer Gegenstand entdeckt, d. i. immer schon enthalten im Mengenuniversum
- fallen Erfinden und Entdecken in Mathematik zusammen: immer schon eine Existenzaussage
- trennt Mathematik strikt zwischen Erfindungs- und Begründungszusammenhang; vergißt Erfindungszusammenhang, weil die Modelle in völlig diversen Zusammenhängen funktionieren
- Mathematik pflegt Ahistorizität; Wissen um Erfindungszusammenhang wirkt hinderlich hinsichtlich der freien Übertragbarkeit auf andere Zusammenhänge
- von-Neumann-Architektur des Computers schleppt zwar Berechenbarkeit Zündmechanismus der Wasserstoffbombe mit sich, aber generalisierbar auf alle (hydro-)dynamischen Prozesse
- Bourbaki-Schule: abstrakt, losgelöst von lebensweltlichen Bezügen; siehe Georges Perec, Hörspiel *Die Maschine*
- werden historische Entstehungsbezüge zum Ballast, wenn nicht pädagogisch Mathematik unterrichtet wird, sondern Mathematik in Technik zum Einsatz kommen will; auf operativer Ebene wird sie ahistorisch. Mathematik trifft keine Existenzaussagen, sondern nur "wenn-dann"-Folgen, unabhängig von Wahrheitscharakter der Prämisse (Gerald Wildgruber). Die Reinheit einer Welt des logischen Schlusses; die *Untrennbarkeit* von Physis und Zahl (Martin Carlé). Nicht die Kontingenzen der Entdeckungsverhältnisse *zählen* in der techno-mathematischen Operativität (die historische Zeit des "Kontextes"), sondern eine andere Zeitlichkeit: Operativität, Dynamik
- konkret technischer Medienzusammenhang *entbirgt* ein Wissen im Sinne von Heideggers Technikdefinition: "Technology is not primarily a way of making of doing things, but a way of revealing things that precedes the making."<sup>29</sup> The "essence of Technik is by no means anything technological" (QT, 9/4); it is rather *Gestell* / "framework"
- Lamdka-Kalkül hat noch Rest von Konkretheit (Funktionen); demgegenüber Turing-Maschine abstrakter: reine Symbole

### **Medienarché (am Beispiel digitaler Datenprozessierung)**

- meidet Medienarchäologie als Methode und als Wissen um Genealogien

---

<sup>29</sup> Inwood: Heidegger Dictionary 1999: 209

von Technik in der Zeit den Streit um Erfinderprioritäten. Als Joseph-Marie Jacquard 1805 den Prototyp seiner lochkartengesteuerten Webmaschine vorstellte, ging ihm schon Jean Baptiste Falcon voraus, der 1728 einen von Holzbrettchen mit Lochkartenkombination automatisch gesteuerten Webstuhl erbaute. "Von Interesse ist <...> das genaue Gegenteil von Originalität, der Informationsfluß, der und den die Erfindung regiert."<sup>30</sup> Als Jacquard 1804 ans Conservatoire des Arts et des Métiers berufen wurden, um dort die Apparatur von Vaucanson zu restaurieren, wurde dies "zur direkten Instruktion für die <...> eigene Konstruktion" <ebd.>. Die Lochkarte selbst aber stellt eine Herausforderung an das historisierende Zeitverständnis dar. Abwesenheit ist hier nicht vergangene Gegenwart, sondern das gestanzte Loch im Speichermedium der Karte vermag gerade deshalb gegenwärtig operativ zu werden, weil es den elektrischen Kontakt durchläßt und damit den Stromkreis schließt. "Der Begriff der gesammelten Energie tritt in den Hintergrund, der eines fixierbaren und reproduktionsfähigen Vorganges in den Vordergrund" = "Die Lochkarte als Träger des Hollerith-Verfahrens", in: Festschrift zur 25-Jahrfeier der Deutschen Hollerith Maschinen Gesellschaft (Berlin, November 1935), 83-90 (84); werden aus Maschinen informationsverarbeitende Medien, die unter der Hand eine Alternative zum gedächtnisarchivischen Begriff vergangener Zeit ausbilden

- zeitigen nicht geschichtliche Kontinuität, sondern Kurzschlüsse und Sprünge innerhalb zeitlicher Epochen neue Medienzustände. Diese Nonlinearität entspringt der Eigenlogik von Technologien, die in diskreten Zuständen fortschreitet und die ihnen gegenübergestellten menschlichen Subjekte dazu verlockt, sich wissend dazu zu verhalten. Es sind solche technologischen Eigenzeitlichkeiten "which perhaps insensibly direct or govern the minds of those who improve it without being immediately able to state the reasons on which such choice is founded"<sup>31</sup>. Heinrich Hertz zufolge "müssen wir hinter den Dingen, welche wir sehen" - also durchaus im medienarchäologischen Sinne - "noch andere, unsichtbare Dinge vermuten, hinter den Schranken unserer Sinne noch heimliche Mitspieler suchen"<sup>32</sup>; diese Dinge suchen sich Menschen oder Maschinen zu ihrer Verwirklichung. Dies gilt ebenso für symbolische Maschinen als Notation. Jacques Lacan kommentiert sowohl *den* historischen Moment (das 16. Jahrhundert) und *das* Momentum, als in der Geometrie das Symbol  $\sqrt{2}$  erschien: "Von dem Moment an, wo ein Teil der symbolischen Welt auftaucht, erzeugt er <...> seine eigene Vergangenheit."<sup>33</sup> Im

---

<sup>30</sup> Bernhard J. Dotzler, Zeichen in Eigenregie. Über die Welt der Maschine als symbolische Welt, in: Michael Franz / Wolfgang Schäffner / Bernhard Siegert / Robert Stockhammer (Hg.), Electric Laokoon. Zeichen und Medien, von der Lochkarte zur Grammatologie, Berlin (Akademie) 2007, 291-312 (297f)

<sup>31</sup> Charles Babbage, Artikel "Notation", in: The Edinburgh Encyclopaedia, hg. v. David Brewster u. a., Edinburgh 1830ff, Bd. 15, 394-399 (397), hier zitiert nach Dotzler 2007: 307

<sup>32</sup> Heinrich Hertz, Die Prinzipien der Mechanik, in: Gesammelte Werke von Heinrich Hertz, hg. v. Hans R. Wohlwend, Vadz (Sändig Reprint) 1984, Bd. 3, 30

<sup>33</sup> Jacques Lacan, Das Seminar, Buch II: Das Ich in der Theorie Freuds und in der Technik der Psychoanalyse, hg. v. Norbert Haas / Hans-Joachim Metzger, übers. v. Hans-Joachim Metzger, Weinheim / Berlin 1991, 29

mathematischen Wurzelzeichen äußert sich eine ganz und gar unzeitliche *arché*; Foucault aber forderte programmatisch, "den Zufall, das Diskontinuierliche und die Materialität in die Wurzel des Denkens einzulassen" = Michel Foucault, Die Ordnung des Diskurses. Inauguralvorlesung am Collège de France 2. Dez. 1970, Frankfurt a. M. / Berlin / Wien (Ullstein) 1977, 41

- von Charles Babbage entworfenen Analytical Engine (1842) als Beginn der Gegenwart der heute vertrauten Computerwelten. Ada Lovelace kommentierte in Form von Anmerkungen ihre Übersetzung von L. F. Manabreas Beschreibung dieser Rechenmaschine.<sup>34</sup> Ein *wissensgeschichtliches* Modell, so Lady Lovelaces glasklares medienarchäologisches Gespür, vermag den eklatanten epistemologischen Bruch zwischen Babbages Difference Engine und der nachfolgenden Analytical Engine nicht zu fassen. Zwar sei es "generally supposed that the Difference Engine, after it had been completed up to a certain point, *suggested* the idea of the Analytical Engine", und augenscheinlich "two inventions, similar in their nature and objects, succeed each other closely in order of *time*", doch "nevertheless the ideas which led to the Analytical Engine occurred in a manner wholly independent of any that were 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.<sup>35</sup> Das medienhistorische, gegenseitige Ideenübertagung privilegierende Modell versagt hier. Achten wir also weniger auf historischen Ursprünge denn auf epistemologische Möglichkeitsbedingungen. Die *arché* im Begriff der Medienarchäologie oszilliert zwischen einem zeitlich-anfänglichen und einem funktional-archaischen Sinn. Beide Betrachtungsweisen sind sowohl gegenseitig ausdifferenzierbar also auch integrierbar. Die Gegenwart begründet hier die Vergangenheit. "Der Historiker geht von den Anfängen aus und auf die Gegenwart zu, so daß die heutige Wissenschaft immer bis zu einem gewissen Grad schon in der Vergangenheit angekündigt ist. Der Epistemologe geht vom Aktuellen aus und auf seine Anfänge zurück <...>."<sup>36</sup> So sehen wir auch in aktuellen Computerarchitekturen all ihre Vorgänger aufgehoben. Der zeitliche Index daran ist nicht die Historie, sondern die negative oder positive Rückkopplung (oder gar Resonanz)

<sup>34</sup> 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)

<sup>35</sup> Horst Zuse, Konrad Zuses Z3, in: Wilhelm Mons / ders. / Roland Vollmar, Konrad Zuse, Ernst Freiburger-Stiftung 2005; hier zitiert nach dem im Zuse-Museum von Hünfeld erhältlichen Sonderdruck, 43

<sup>36</sup> Georges Canguilhem, *Wissenschaftsgeschichte und Epistemologie*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1979, 12

eines techno-logischer Sachverhalt mit einer vorherigen epistemologischen Epochen.

## MATERIAL ARIFMOMETR

### Zahlen und Maschinen

- Als Kantorovic in Leningrad sich mit der Programmierung digitaler Rechner befaßt, identifiziert er genau diese Asymmetrie: "For my opinion the difference between the existing machine language and the descriptive mathematical one (algorithmic) was the biggest disadvantage of programming. Mathematics uses integrated operations and various notions but the machine program needs the standard operations with simple numbers" = zitiert nach: Pospelov / Fet, in: Nitoussov et al. (Hg.), Computing in Russia, xxx

- oszilliert jede Archäologie des Computers und seiner Programmierung zwischen den Polen Mathematisierung der Maschinen und Mechanisierung der Mathematik, wobei Medienarchäologie vorschnellen Analogien<sup>37</sup> 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 <Günther 1963: 158> - nicht selbständig zu rechnen, schon gar nicht zwischenzuspeichern oder zu programmieren. Die Kopplung von Maschine und Mathematik gilt hier noch nicht im Sinne der Mathematisierung der Maschine, sondern erst als Maschinisierung der Mathematik. Max Bense sprach von "mathematischen Maschinen" als Denkmaschinen <zitiert in Günther 1963: 20>, und das heißt Automatisierung der Mathematik im Unterschied zur Mathematisierung der Automaten: "Es gehörte zur (in *Sein und Zeit* zurecht gerühmten) Verlässlichkeit von Hämmern, sich nicht unter der Hand in Sägen oder Bohrer zu verwandeln. Selbst jene ebenso seltenen wie zukunftssträchtigen Werkzeuge, in denen sich die Unberechenbarkeit aller Zukunft materialisierte, hatten wenigstens darin verlässlich zu sein, daß sie - wie etwa im Fall des Würfels - nicht mit allzu ungleichen Wahrscheinlichkeiten auf ihre sechs Seitenflächen fielen. Für all diese Verlässlichkeiten bürgte jeweils ein Material, dessen Formbeständigkeit alle Bewegungen auf die einer elementaren Mechanik beschränkte.<sup>38</sup> Marmor, Stein und Eisen hieß es einst im deutschen Schlager, der die deutsche Panzer- und/oder Kfz-Produktion ja weiterhin beherrscht. Sicher, schon diese Mechanik reichte im Glücksfall hin, um einfache Rechenregeln oder Algorithmen zu implementieren. Die Vier-Spezies-Maschine, die der junge Leibniz einer staunenden Royal Society präsentierte, setzte das indisch-

---

<sup>37</sup> Siehe etwa Neil Rhodes / Jonathan Sawday (eds.), *The Renaissance computer: knowledge technology in the first age of print*, London / New York (Routledge) 2000, here: Introduction: Paperworlds. Imagining the Renaissance Computer, 1-17

<sup>38</sup> Vgl. Hans-Dieter Bahr, *Tropisches Denken. Entwürfe phänomenologischer Landschaften*. Wien 1994, S. 34 f.

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 Kalkülierung unterschieden werden darf, wohl erst zu jener Zeit, als die Technologie von Werkzeugen zu Maschinen übergang, anstelle der Einzelstückherstellung also die standardisierte Massenproduktion trat. Nachdem amerikanische Waffenfabriken schon im Bürgerkrieg Gewehre ausgeliefert hatten, deren Teile und Munitionen untereinander beliebig austauschbar waren, trieb der Erste Weltkrieg die Austauschbarkeit soweit, daß die Einzelteile des einschlägig bekannten Maschinengewehrs 08/15 auch in Fahrrad- oder Schreibmaschinenfabriken hergestellt werden konnten.<sup>39</sup> Erst solche wahrhaft modularen Systeme, wie Babbage wohl als erster sie für seine Protocomputer gefordert hatte,<sup>40</sup> 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"<sup>41</sup> und, wie anzufügen wäre, genausogut das Wetter simulieren könnte."<sup>42</sup>

---

<sup>39</sup> Vgl. demnächst Peter Berz, *08/15. Ein Standard des 20. Jahrhunderts. Diss. masch. Berlin 1997.*

<sup>40</sup> Vgl. Anthony F. Hyman, *Charles Babbage, 1791-1871. Philosoph, Mathematiker, Computerpionier. Stuttgart 1987.*

<sup>41</sup> Michael Conrad, *The Prize of Programmability. In: Rolf Herken (Hrsg.), The Universal Turing Machine. A Half-Century Survey. Hamburg-Berlin 1988, S. 289.*

<sup>42</sup> 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

- "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."<sup>43</sup>

- In Kapitel "Ein semantischer Rechner" greift Dirk Baecker<sup>44</sup> auf das Verständnis von "Rechnung" in der von-Neumann-Architektur des Digitalcomputers zurück: "Operationen zu beschreiben, die auf ihre eigenen Resultate zurückgreifen und in diesem Sinne Operator und Operand zugleich sein können" <173>

- traf das Vorwort von Gotthard Günthers Publikation *Das Bewußtsein der Maschinen. Eine Metaphysik der Kybernetik* (Krefeld / Baden-Baden: Agis, 1. Aufl. 1958, 2. Aufl. 1963) auf die erbitterte Widerrede des ostdeutschen Kybernetikers Georg Klaus: "This attack was prompted by the fact that the second edition of *Das Bewusstsein der Maschinen* contained an added chapter on dialectic materialism in which the author of this Proposal suggested that it should be possible to test the validity of the dialectic theory by translating it into a formal algorithm of mathematical logic. Both Marxist authors insisted that this was not only contrary to the spirit of Marxism and Leninism but also technically impossible; because, according to Hegel, dialectic theory is not capable of formalization."<sup>45</sup>

- gemeinsam mit Heinz von Foerster - an der Universität von Illinois (und teilweise auch wieder in Hamburg) sein Modell einer mehrwertigen Logik lehrender Günther: "It is obvious that as long as dialectics cannot be translated into a rigorous logical and mathematical calculus, it is liable to be misused for scientifically uncontrollable political goals" <ebd., Bl. 7>.

- "Es ist interessant zu beobachten, wie unter dem Einfluß kybernetischer Theorien der Westen scheinbar 'materialistischer' und der Osten "idealistischer" wird. Wer heute Publikationen russischer Kybernetiker liest, ist überrascht, mit welcher Leidenschaft der dialektische Materialismus darauf besteht, daß der Mensch der Maschine prinzipiell überlegen ist."<sup>46</sup>

## **Mathematik und Ökonomie**

- Während 1936 Alan Turing die Idee des Algorithmus in den Begriff der

---

<sup>43</sup> Gellius N. Povarov, *Logic, automation and computing* (in diesem Band)

<sup>44</sup> Dirk Baecker, *Wozu Kultur?*, Berlin (Kadmos) 2000, 172ff

<sup>45</sup> 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; Reproduktion dieses Dokuments im *Archiv*-Teil des vorliegenden Bandes.

<sup>46</sup> Günther 1963: 16, unter Bezug auf: Todor Pavlov, *Automats, Life and Consciousness*, Moskau 1963; entsprechende russische Texte wurden durch den Joint Publications Research Service ins Amerikanische übersetzt (wie umgekehrt in Moskau).

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<sup>47</sup>

- 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<sup>48</sup>; in totalitären, d. h. Planungsgesellschaften werden politische Probleme vor allem unter den Begriffen Information und Observation subsumiert. Die Essenz der despotischen Regime ist daher das Archiv, dessen Ideal die komplett gespeicherte Information ist (Peter Berz)

- Im Kontext der Rationalisierungsideologie der Moderne untersuchen, wie etwa der russische Gelehrte E. I. Samurin unter dem Stichwort „Klassifikation“ die Hardware von Rechenmaschinen und Bibliotheken korrelieren konnte.<sup>49</sup> 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.<sup>50</sup> Hier gilt es die Spezifik des russischen Kontextes herauszuarbeiten - als epistemologisches Dispositiv wie als konkretes Vorkommnis. Die Umstellung von Zivil- auf Kriegsproduktion 1914 und die abrupte Abwanderung der Odhner-Rechenmaschinenproduktion von Rußland nach Schweden infolge der Oktoberrevolution markiert ein solches Eingreifen der Ereignishistorie in die Entwicklung des Apparats.<sup>51</sup> 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<sup>52</sup>

- Stichwort Kybernetik: Als Regelungstechnik entwickelt in den Bell Labs der USA im Zuge der Optimierung von ballistischen Feuerleittechniken im

---

<sup>47</sup> Dazu der Beitrag von D. A. Pospelov und J. I. Fet in diesem Band.

<sup>48</sup> Ernst Kapp, Grundlinien einer Philosophie der Technik. Zur Entstehungsgeschichte der Cultur aus neuen Gesichtspunkten, Braunschweig (Westermann) 1877, 342

<sup>49</sup> E. I. Samurin, Geschichte der bibliothekarisch-bibliographischen Klassifikation, Leipzig (VEB Bibliographisches Institut) 1964 u. München-Pullach (Verlag Dokumentation) 1968

<sup>50</sup> Dazu der Beitrag von Gellius N. Povarov in diesem Band

<sup>51</sup> Siehe Henry Wassén: The Odhner History. An Illustrated Chronicle of „A Machine to Count on“, Gothenburg 1951, 43

<sup>52</sup> Dazu Igon A. Apokin, Electronic computers (in diesem Band)

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"<sup>53</sup>

- *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“<sup>54</sup> und basiert auf den logischen Studien von Aristoteles, der den Begriff der Leerstelle als abstrakte Variable eingeführt hat

- in Quantenphysik Mischzustände: Systeme, die sich sowohl in einem als auch in einem anderen Zustand befinden. Gegenüber der binären Verschlüsselung von Information in Bits lassen sich zwei Photonen "in wohlbestimmter Weise" (Stoll) miteinander verknüpfen und durch die Manipulation eines derselben das System in vier Endzustände versetzen. Drei davon sind mit vorhandenen Meßinstrumenten unterscheidbar, so daß neben 0 und 1 auch der Zustand 2 übertragbar ist - ein *Trit*<sup>55</sup>

- 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."<sup>56</sup>

- sowjetrussische Computerentwicklung nicht nur an militärische, sondern infrastrukturelle Nutzung gekoppelt - vornehmlich im Kontext des

---

<sup>53</sup> G. N. Povarov, Logic, automation and computing (in diesem Band)

<sup>54</sup> N. P. Brusentsov, zitiert im Artikel von B. N. Malinovsky / ders., Nikolaj P. Brusentsov and his computer SETUN (in diesem Band)

<sup>55</sup> Vortrag "Quantum Dense Coding" von Anton Zeilinger auf der 15. Internationalen Konferenz für Atomphysik; dazu der Bericht von Rainer Stoll, "Trits" statt Bits erhöhen Übertragungsrate, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung v. 21. August 1996

<sup>56</sup> 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)

Versorgungsnetzes für elektrischen Strom<sup>57</sup>, 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<sup>58</sup>

- Applikationen in Ökonomie und anderer ziviler Nutzung ist es, die nach alphabetischen Input-Output-Möglichkeiten des Rechners verlangt und entsprechende Echtzeitkontroll-Interfaces generiert <Apokin, ebd.>. Programmieren verlangt nach visueller Kontrolle (Computer MIR-2), und am Ende steht die Entwicklung von *computer-aided-design* für Computer selbst <ebd.>. Damit löst sich die Maschine vom Menschen: "The computing system *Auto-operator*, produced in 1962, was the pioneer project in the field of industrial technology automatic control. It was a digital direct-control system without intermediate transformation of the discrete- into analogous signals." <ebd.>

## **ARIFMOMETR. Eine Archäologie des russischen Computerdenkens**

- der spezifisch russischen Phonetik folgende Schreibweise der 1821 von Charles Xavier Thomas in Paris demonstrierten Rechenmaschine *Arithmometer* weist auf den von den westorientierten Computergeschichten abweichenden Akzent

- eine Anamnese; Professor für Informationssicherheit am Moskauer Institut für 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.“<sup>59</sup>

- 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

---

<sup>57</sup> Dazu der Beitrag von Igor A. Apokin, Electronic computers (in diesem Band), am Beispiel von Isaak Bruk 1950

<sup>58</sup> Dazu der Beitrag von D. A. Pospelov und J. I. Fet in diesem Band, unter Verweis auf parallele, Kantorovic unbekannte Arbeiten im Westen (Tjalling Koopmans, George Dantzing u. a.)

<sup>59</sup> Nick Poluektov / Tom Sperlich, Rußlands Computer gehen nicht anders. Das Jahr-2000-Problem in Rußland, in: NZZ <1999>

## 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“<sup>60</sup>, 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.“<sup>61</sup> Bleibt nur die Option einer *computer history in its own medium*?

## Das Museum: *Bletchley Park*

- steht weltkriegs(mit)entscheidende *Government Code and Cypher School* im britischen Bletchley Park, Buckinghamshire, in der heutigen Rekonstruktion vor einem Dilemma der Darstellbarkeit. Wie läßt sich die deutsche Chiffriermaschine *Enigma* anschaulich ausstellen <vgl. auch 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 <...>."<sup>62</sup> Es gehe vielmehr um die Ausstellung des Zusammenhangs von Forschung und Politik. Zwischen Dokument und Monument wurde Colossus rekonstruiert, und weitere, archivierte, unentzifferte Enigma-Botschaften entschlüsselt

- Sammlungsdirektors Walter Rathjen vom Deutschen Museum in München: "Alles rein in die Datenbanken und dann weltweit vernetzen. Da sehen Sie als Museumsmann keinen rechten Sinn drin."

## Kommando- und Kontrollstrukturen (E-Kraftwerk Vockerode)

---

<sup>60</sup> Igor A. Apokin, *Electronic computers*, im vorliegenden Band

<sup>61</sup> Norbert Bolz / Friedrich A. Kittler / Christoph Tholen (Hrgs.), *Computer als Medium*, München (Fink) 199xxx, 11 (Einleitung)

<sup>62</sup> *Peter Gathercole, "The Fetishism of Artefacts", in: ebd., 73- , hier: 79*

- 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<sup>63</sup>

- 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 Kraftwerksskessel: "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 unverzögert oder in

---

<sup>63</sup> Klaus Bebbler, Kraftwerk zum Erleben. Wissenswertes und Kurioses. Eine Reise durch das Kraftwerk <sc. Vockerode> an der Elbe, o. O., o. J.

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 Löcher der Kennnummer in eine Lochkarte. Die Lochkarten werden in besondere Einrichtunge, sogenannte „Bücher“, eingelegt. Beim Schließen dieser „Bücher“ wird an den gelochten Stellen ein Kontakt eschlossen. Außer mit Lochkarten besteht noch die Möglichckheit, 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.<sup>64</sup>

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

---

<sup>64</sup> Sergej A. Lebedew, „BESM“. Eine schnelllaufende elektronische Rechenmaschine der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, in: NTF 4 (1956), 76-79 (77)

Zahlendaten) trägt"<sup>65</sup>; 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.<sup>66</sup>  
key

### **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."<sup>67</sup>

- 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."<sup>68</sup>

- erzeugen Rechenmaschinen kulturelle Information, die nicht mehr an die

---

<sup>65</sup> J. J. Basilewski, Die universelle Elektronen-Rechenmaschine „Ural“ für ingenieur-technische Untersuchungen, in: NFT 4 (1956), 80-86 (80)

<sup>66</sup> J. J. Basilewski, Die universelle Elektronen-Rechenmaschine „Ural“ für ingenieur-technische Untersuchungen, in: NFT 4 (1956), 80-86 (84)

<sup>67</sup> 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)

<sup>68</sup> Stella V. F. Butler, *Science and Technology Museums*, Leister / London / New York (leicester UP) 1992, 120

Trägheit materielle Grundlagen geknüpft ist; Bernd Rosner, in: Klook u. a. / (Hg.), Medientheorien, UTB, 98

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

- am Beispiel symbolverarbeitender Maschinen namens Computer den archäologische Blick anhand jener epistemischen Dinge erproben, die inzwischen selbst zu aktiven Medienarchäologen (Agenturen der "virtuellen Archäologie") geworden

- Turing, Zuse, von Neumann: Entscheidung gegen die Mathematik und für die Maschine nicht anders aus. Die technischen Entscheidungen, die beim Bau der ersten Computer getroffen wurden, unterlaufen an derart vielen Stellen die Mathematik, die dem Computer selber zugrunde liegt, dass, den Computer als materialisierte Mathematik zu beschreiben zu kurz greifen würde. Die Materialität der symbolverarbeitenden Maschinen heisst vor allem: ihr in-Zeit -und-Raum-Sein. Gute Gründe, scharf zwischen Schaltalgebra und schaltender Maschine zu unterscheiden:

"Für den Bau schaltender Maschinen muss zunächst etwas da sein, was schaltet, sei es ein Relais, eine Röhre, ein Transistor oder eben ein Siliziumchip. An der Technik, die für das Schalten verwendet wird, entscheidet sich maßgeblich und im nichtmathematischen die Einsetzbarkeit von Maschinen. Ein heute typischer Personalcomputer wäre 1950 zwar mathematisch-logisch, nicht aber in Materie realisierbar gewesen: nicht in Relais, weil kein Raum der Welt genügend Platz dafür geboten hätte und nicht in Röhren, weil kein Kraftwerk der Welt genügend Energie für eine solche Maschine geboten hätte. Neben einer Geschichte der mathematischen Logik als Schaltalgebra ist die Entwicklung von Computern maßgeblich mit der Geschichte technischer Materialien und technischer Räume verbunden. Brauchte es für den Mark I in den fünfziger Jahren noch eine Wanze (den 1. Bug), um einen Relaisrechner auszuschalten, genügt bei heutigen Siliziumprozessoren ein mit bloßem Auge nicht-sichtbares Staubteilchen, um Hightech in Elektroschrott zu verwandeln. Andersherum stellt erst Silizium die minimalen Schaltzeiten zur Verfügung, die die Berechnung virtueller dreidimensionaler Räume in Echtzeit ermöglichen."

Fallstudie Medienarchäologie: nach den verschiedenen Materialien suchen, mit denen symbolverarbeitende Maschinen gebaut wurden, oder experimentiert wurde. Neben Lochkarte, Relais, Röhre, Transistor, IC, Mikrochip auch die verschütteten Materialien entbergen: etwa Filmstreifen und Magnetbänder.

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

Ausser den schaltenden (verarbeitenden) Elementen spielt die

Speicherung von Daten eine wichtige Rolle. Neben der Frage nach Datenformaten, die sich in der Welt von Software abspielt, sind in der Hardware selber unzählige Daten unrettbar verloren, weil die Datenträger, denen sie anvertraut waren entweder defekt sind, oder keine Lesegeräte mehr für die Datenträger existieren. Berücksichtigt man zusätzlich noch, dass die meisten Speichermedien als überschreibbar ausgelegt waren - und sind, steigt die Menge an gespeicherten und trotzdem verlorenen Daten ins Unermessliche. Teil des Projekts wird es sein, Strategien zu entwickeln, wie zumindest ein Teil der sich auflösenden Daten rekonstruiert und dauerhaft gesichert werden kann.

Das Problem der Datenerhaltung markiert ein grundsätzliches Problem, das entsteht, wenn man Computergeschichte als Archäologie, d.h. in den Artefakten betreiben möchte. Im Unterschied zu den meisten Artefakten, mit denen die Archäologie zu tun hat, erschliesst sich die Funktionsweise und damit der historische Wert symbolverarbeitender Maschinen nur im Betrieb ihrer selbst. Kein Buch, keine Beschreibung, keine Fotografie, nicht einmal die fertig aufgebauten Maschinen können beschreiben, was Computer ausmachen, solange sie nicht in Betrieb sind. [...] Symbole verarbeiten, bezogen auf Computer, heisst immer: es ist etwas in Bewegung. Nicht nur aus den praktischen Gründen der Datenrettung, sondern auch und vor allem, um überhaupt etwas über die Art der Verarbeitung dieser Maschinen herauszufinden, muss es Ziel dieses Projekts sein, die historischen Funde in die Bewegungen zu versetzen, die sie erst zu Objekten der Archäologie machen, denn erst in diesen Bewegungen löst sich die idealisierte Mathematik mit ihrer unendlich hohen Auflösung auf in die diskreten und endlichen Datenregister der Maschinen. [...]

## COMPUTERSPIELZEIT

### **"Ergodische" Computer(spiel)zeit**

- Zeitform der Wiederholbarkeit direkte Funktion einer zentralen Figur in der Computer(spiel)programmierung: die Schleife; eigentliche Temporalität des Durchspielens eines Computerspiels "ergodisch", insofern die durchspielbaren Ereignisse einer algorithmischen Vorschrift nicht mehr einer sequentiellen Erzählung, sondern einer offenen Struktur folgen und damit dynamisiert sind. Ergodik meint im weitesten Sinne ein Werk (*ergon*), das buchstäblich erst auf dem Weg (*hodos*) entsteht: „a type of discourse whose signs emerge as a path produced by a non-trivial element of work“<sup>69</sup>. 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

---

<sup>69</sup>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)

sequence each time it is engaged"<sup>70</sup>.

- 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."<sup>71</sup>

- 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

---

<sup>70</sup> Ebd., 32f

<sup>71</sup> Aarseth 1999: 33 <?>

moment the program runs, is based on the internal clock in the computer"  
= Aarseth 1999: 39

- Verschränkung von Zeit und Erzählung, die in der mündlichen oder literarischen Erzählung rein symbolisch bleibt, damit operativ real; wird formale Semiotik den damit verbundenen Rückkopplungs- und Signalverarbeitungsprozessen nicht mehr gerecht; Computerspiele "are not concerned with the sign-producing mechanism, without which the cybernetic sign processes cannot be properly understood. Semiotic theory is not well-equipped to describe ergodic modes of discourse" <36>. Doch vielleicht sind diese Alternativen nicht einmal mehr diskursiv; "the traditional hegemony of narrative in aesthetic theory might be over soon" = ebd., 41

### **Praktiken des Time-Sharing**

- im Realzeitbetrieb des Rechners mit der Verarbeitung eines Auftrags strenge Zeitbedingungen verbunden, d. h. die Berechnung der Ergebnisse muß möglichst sofort, "spätestens innerhalb einer vorgegebenen Zeitschranke, die im Millisekundenbereich liegen kann, abgeschlossen sein"<sup>72</sup>. Im *Time-Sharing Betrieb*, also durch Zeitteilung, wird die Epoche, das Intervall, in dem die Zentraleinheit durch Warten auf Eingaben unbeschäftigt ist, durch Bearbeitung der Aufträge anderer Nutzer optimiert.<sup>73</sup> Das ist die Produktivkraft von Turbo-Kapitalismus im Mikrozeitbereich.

Im Unterschied zur herkömmlichen Stapelverarbeitung (dem *local batch*), bei der dem Zentralrechner die Nutzeraufgaben jeweils komplett eingegeben werden<sup>74</sup>, rechnet der Computer im Time-Sharing während der "Denkpausen" jedes einzelnen Benutzers.<sup>75</sup> Kleinste zeitliche Lücken kommen damit aktiv ins Spiel - gleich dem Sehschlitz und den intermittierenden Scheiben in frühen kinematographischen Mechanismen. Zeitkritische Absenzen sind das schockierende Betriebsgeheimnis aller medientechnischen Wirkungsmacht. "Das Betriebssystem überwacht die Ausführung der einzelnen Benutzerprogramme und teilt die Zeitscheiben zu."<sup>76</sup>

- umgekehrtes Verfahren dient der Suche nach extraterrestrischer Intelligenz. Mittels der Berkeley Open Infrastructure For Network Computing Software für verteiltes Rechnen, die auf den individuellen Computer geladen wird, läßt sich in einem operativen *time-sharing* überschüssige Rechenleistung während und abseits des Eigenbetriebs für

---

<sup>72</sup> Schülerduden Die Informatik, Eintrag "Realzeitbetrieb (Echtzeitbetrieb)", 65

<sup>73</sup> Ebd., 66

<sup>74</sup> Siehe Ribbeck 1973, 50: Bild 7 "Vergleich eines Time-Sharing-Systems mit einem Riesenrad"

<sup>75</sup> Ribbeck 1973, 6

<sup>76</sup> Ribbeck 1973, 1

aktuelle Datenauswertung aus Radioteleskopen nutzen; SETI@home  
Software

- tritt an die Stelle der vormals durch analogen Rundfunk und vornehmlich deren Nachrichtenwesen hergestellten Gleichzeitigkeit zwischen Sendung und Empfang in der digitalen Kommunikation das Zeitfenster namens "Echtzeit" und das *time-sharing* vernetzter *online* Nutzer als asynchrone Kommunikationsgemeinschaft bis hinunter zum sequentiellen Zeitmanagement *im* Computer selbst; Zeitform der digitalen Kultur damit eine implizit musikalische Orchestration; erklingen hier weniger Streichertöne im Sinne harmonischer Schwingungen denn Techno-Beats im Sinne von Impulsen.<sup>77</sup> Dieser Rhythmus prägt die digitalisierte Gesellschaft. Die Kommunikationsbasis eines frühen computerbasierten Netzwerks - das "Community Memory"- Projekts von 1970 in San Francisco - waren Telephonleitungen und Modems, in denen die Daten mit einem zentralen Mainframe-Computer hörbar korrespondierten.

- Time-Sharing-Gesamtsystem von einem *Kommunikationsrechner* (wie es früher sehr direkt hieß) gesteuert, der den Informationsaustausch mit jedem Teilnehmer vom Zeitpunkt seines Anrufs an scheinbar ohne Unterbrechung - d. h. rechtzeitig (in *real time*) abwickelt" = Ribbeck 1973, 1

- bedeutet digitale Kommunikation im nachrichtentechnischen Sinn *time-sharing*; erinnert an eine Urszene, das *momentum* der Telegraphie: Eine der ersten Anfragen, die 1844 im Morse-System in den Vereinigten Staaten zwischen Baltimore und Washington ausgetauscht wurden, lautete "What time is it", und die telegraphische Antwort: "One o'clock". Zeit war damit zugleich Inhalt und Botschaft des Mediums, das eine Uhrzeit nahezu ohne Verzug zu kommunizieren wußte.<sup>78</sup> Was hier noch verbale Kommunikation von Zeit war, wurde später das technische Zeitsignal selbst. Die Botschaft des Mediums Telegraphie in seiner frühen, d. h. medienarchäologischen Phase, war eine Tempor(e)alität: die unverzüglich Kopplung von Sender und Empfänger im Zeitbereich. Jeder temporale Affekt ist im Sinne Marshall McLuhans taktile, gleich dem PING-Signal unter Wasser (das später im Internet zur reinen Metapher wird)

- erzeugt Sonar-Gerät in U-Boot einen sonischen Impuls, der durch Hydrophone gesendet und dessen Reflexion an einem entfernten Objekt wieder empfangen wird, um aus der Laufzeitdifferenz des Signals Distanzen zu errechnen

- eine Welt der kleinsten Wahrnehmungen, der *petites perceptions*, die allerdings nicht mehr (wie bei Leibniz um 1700) für Menschen Sinne gilt, sondern Maschinenverstehen selbst ist, das mathematisch im Unbewußten (*nesciens*) rechnet

---

<sup>77</sup>Das musikalische Feld ist traditionell in Melodie, Harmonik und Rhythmus ausdifferenziert.

<sup>78</sup>Dazu Florian Sprenger, xxx

- medienarchäologische Bedingung für gelingendes Time-Sharing neben der geradezu diktatorischen Programmausführung ein mächtiger Zwischenspeicher (zunächst waren es Kern- und Magnetplattenspeicher); dissimuliert diese Form von dialogischer Gegenwart ihre beständige Mitarchivierung

- Archive, Bibliotheken und Datenbanken lange nur "off-line" nutzbar; *file-* und *time-sharing* war mit traditionellen kulturellen Speichern bislang nicht möglich; seit Douglas Engelbart Möglichkeit, eine zugrundeliegende Datenbasis mit mehreren Anwendungsprogrammen gleichzeitig zu nutzen. Time-Sharing bedeutet die (scheinbar) gleichzeitige Nutzung der Rechenzeit eines Prozessors durch mehrere Benutzer an Terminals

- existiert keine unmittelbare Kommunikation zwischen den einzelnen Nutzern; vielmehr werden "Daten und Programme, die er anderen Teilnehmern zur Verfügung stellen will, in bestimmter Form <ge>kennzeichnet und auf dem Magnetplattenspeicher der Time-Sharing-Anlage ausdrücklich, durch einen besonderen Befehl, abgespeichert" = Ribbeck 1973, 7

- kann in Time-Sharing-Anwendung "jeder Teilnehmer so mit dem Rechner arbeiten, als ob dieser nur ihm allein zur Verfügung stände"<sup>79</sup> - das ist Gegenwartsbetrug. Angeschlossen an algorithmengetriebene Kommunikationsmedien leben wir gar nicht mehr in der Gegenwart

- eine andere Tempor(e)alität: nicht-historische Zeitweisen technischer Medien; das Wesen der technischen Zeit nichts Historisches

- läßt sich im literarischen respektive historiographischen Narrativ ein Geschehen als "historisch" inszenieren; steht solch symbolischer Zeitordnung Einsicht gegenüber, daß operative Zeit immer gegenwärtig ist. Zeit ereignet sich auf der operativen Ebene; etwas scheint hier auf, was auf der performativen Ebene rein symbolisch bleibt

## **Turing-Zeit**

- tritt mit Theoriefiktion eines "unendlichen Bandes" als Speicher-, Lese- und Schreibbasis in der Turingmaschine zeitlose Reversibilität an die Stelle des historischen Zeitpfeils, der in der entropischen Irreversibilität gründet. Doch jede symbolische Operation muß im Realen von Speicher- oder Übertragungsmedien stattfinden, als Implementierung, also Verkörperung in Materie (*alias* Hardware) - der physikalischen Entropie anheimgegeben

- Games Stammtisch, Ort: Automatenbar (Muenzstr. 21-23, Berlin, c/o Andreas Lange, zum Spektrum zwischen Game Culture und Game History; Retro-Gaming; Emulatoren (Spezialist Frank Heilmann); Aspekte der Bewahrung im archivarisches Kontext; mit

---

<sup>79</sup> Werner Ribbeck, Grundlagen der Time-Sharing-Anwendung, Düsseldorf (VDI-Verl.) 1973, 1

welchen Verlusten muß Emulator buchstäblich "rechnen"? Welche Verluste akzeptabel? Kompressionsästhetik von mp3

- überleben alte Spiele durch Emulatoren der ehemaligen Rechner; was indes fortfällt, ist die Hardware als reales ergonomisches Dispositiv: die buchstäbliche Spiel(er)-Situation; Drucklegung mittelalterlichen Urkunden durch MGH
- Computerspiel / Echtzeit: bricht mit Option, sich in tatsächliche live-Radiosendungen bei *online*-Computerspielen einzuklicken, analoge Gegenwart in den Raum der digitalen Echtzeit ein

### **Ray-tracing und -casting**

- meint Radiosity jene digitalen Verfahren, welche diffuse Lichteffekte im virtuellen Raum simulieren; ray-tracing hingegen errechnet die virtuellen Reflexionen von Lichtstrahlen auf wiederum gerechneten Oberflächen (Spiegel etwa, Objekte einer Medientheorie der Katoptrik).
- analog dazu *ray-casting* die Simulation von Raumakustik etwa für dynamische Computerspiele je nach Beobachterstandpunkt, durch Parametrisierung akustischer Raumhindernisse und orientiert an psychoakustischen Verhaltensmerkmalen.

### **(Computer)Spiel(kultur)techniken**

- trainieren Spiele gerade kulturelle Regeln / konditionieren die Spieler. "Alles Spiel ist zunächst und vor allem *ein freies Handeln*. Befohlenen Spiel ist kein Spiel mehr" = Huizinga 1987: 16; Panel BootLab Berlin, 12. Februar 2003, Thema *Computerspiele*
- *regelgeleitetes* Handeln / Spielregeln, um überhaupt Kompatibilität herstellen: eine Konvention, die an Shannons Code-Modell der Kommunikation erinnert
- meint engl. *to play* ursprünglich auch „schnelle Bewegung, Gebärde, Handgriff, Spielen auf einem Musikinstrument, lauter konkrete Handlungen“ - und meint damit eher den physiologische Aspekt denn den Inhalt; siehe Institut Wundt in Leipzig um 1900
- im Kampf um / gegen die Narration: Zählung (Kalkulation, digital) statt Erzählung. Gegen die Anthropomorphisierung der digitalen Kommunikation
- Eintrainieren einer Kulturtechnik jenseits des Narrativen; Computerspiele Training für Reaktionsgeschwindigkeit; Einübung einer neuen Zeitkultur: zeitkritisch (re-)agieren
- entstand Computerspiel *Space War* zu Beginn der 60er Jahre von gelangweilten Beobachtern von Flugbahnen von Interkontinentalraketen auf

Schwarz-Weiß-Display; erst, seitdem es diese Oberflächen gibt, Computerspiele als Darstellung, ansonsten MUDs, rein textuell

- Spielfreude als Unterwerfung unter ein System, "wie man es überall dort findet, wo die Fortbewegung es Menschen geregelt ist"<sup>80</sup> - das kybernetische Regime erster und zweiter Ordnung, Subjekt und Objekt des Computerspiels.

- schaut Medienwissenschaft nicht inhaltlich auf Computerspiele, sondern betrachten sie als maschinale Ästhetik: Computerspiele sind die Spiele des Computers selbst

- narrative Kino-sequenzen (cuts) in Computerspielen werden schnell weggeklickt. dekonstruiert also Hollywood-Narrativik. Bedarf es eines narrativen Kerns? Eine Verknüpfung ist nicht schon eine Narration, sondern eine Topologie

- kommerziell erfolgreich war gerade Pong, nicht Odyssee: mit hohem Maß an Abstraktion

- kommt am Computerspiel die Ästhetik des Computers zu ihrem eigenen Recht, oder wölbt sich die kulturelle Tradition (narrativ) wieder darüber

- Unterschied zwischen Computerspiel zum Mensch-Ärgere-Dich-nicht-Spiel: das Ergodische; das Zeitveralten

- Tod im Computerspiel: Kernelement einer jeden Erzählung; im Computerspiel aber als Abbruch realisiert, der jederzeit neu startbar ist

- Praxis der Computerspiele: bestehen zu 90 % aus Warten, und das nicht schlicht technologisch bedingt (Ping-Zeiten); ein Computerspiel durchzuspielen kann dauern wie Proust lesen - *Auf der Suche nach der verlorenen Zeit*

Interaktivität i. U. zu Narration

- Biokybernetisierung (Spiel *Tetrys*, oder *Shooter*)

- für Genealogie des Computerspiels bequeme Begrifflichkeit entwickeln, also eine solche, die nicht aus anderen kulturellen Genres geborgt wird, sondern angemessen ist dem Daseyn des Rechners; nicht Begriff des „Genres“, sondern von der Maschine her denken unter der Prämisse, daß Computer als neuartige, neutrale Universalmaschine begriffen wird, nicht schlicht weiteres Medium im Unterschied zu Vorgängermedien

- erstes Element, das sich vom Fußballspiel auf Computer übertragen hat, waren die Tabellen - weil dem Rechner angemessen

---

<sup>80</sup> Markus Collalti, Nie mehr zu spät!, in: FAZ Nr. 293 v. 17. Dezember 2002, 39

- Netz bringt eine andere Form von Computer hervor
- Verwechslung von Shannons Kommunikationsbegriff für Computer und menschlichem Kommunikationsbegriff : nicht angleichen, sondern Differenz produktiv machen
- ehemals Exportbeschränkungen PlayStation aus Angst, Konsole könnte für Fernlenk Waffen genutzt werden
- vor Ardennenoffensive 1944 Planspiel der Kommandeure (Spiel mit preußischer Vergangenheit). Model: läßt einlaufende Nachrichten in das Spiel integrieren
- andere Formen, Zeit zu organisieren
- haben Computerspiele den Computer dem Menschen angepaßt, nicht länger umgekehrt

### **Computerspiele: scheinbar narrativ, tatsächlich die Dekonstruktion der Erzählung**

- technische Zeichnungen und ihre diagrammatische Verdinglichung (gedruckte Schaltungen) keine "storyboards"; haben keine narrative Struktur - ebensowenig wie Entscheidungsbäume in Computerspielen; scheinbare Entscheidungsfreiheit hier tatsächlich schon festgelegt (fest verdrahtet im Fall der Elektrotechnik; symbolisch programmiert im Falle von Computern).
- bricht Ästhetik des Computerspiels mit dem kinematographischen Dispositiv, der Erzählung als Funktion der Montage: "Wir sind vom Kino verwöhnt und gewohnt, den schnellen Abtausch von Situationen für filmische Wirklichkeit zu nehmen. Nur der nahezu übergangslose Erzählgestus, den David Cronenberg hier <sc. im Film *eXistenZ*> an den Tag legt, könnte uns am Status dieser Bilder zweifeln lassen: Das serielle „und jetzt“, das mühelose Klickspringen von Ebene zu Ebene, von Welt zu Welt - das ist die handelsübliche Verlaufsform von Computerspielen" = Alexander Horwath, Sein und Freizeit, in: Die Zeit v. 18. November 1999, 53
- Narration in Computerspielen unentschieden, dis/kontinuierlich
- Karin Wenz, "Narrativität in Computerspielen In: Sigrid Schade / Christoph Tholen (Hg.), *Konfigurationen. Zwischen Kunst und Medien*, München (Fink) 1999, 209-218
- Computerspielen als operativen Diagramme
- entscheidungskritische Adventure-Spiele im Unterschied zu zeitkritischen, aufmerksamkeits"heißen" Action-Spielen "Es" und konfigurationskritischen Strategie-Spielen "Über-Ich"; Pias, Computer-Spiel-

## Welten; Computerspiel als Diagramm

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

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

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

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

- sehen Computerspiele aus wie Geschichten, sind aber tatsächlich Baumstrukturen, *routing*, das eher postalisch denn narrativ zu begreifen wäre: als nachträgliche Narrativisierung einer Karte, eines eher topologischen Settings, durch den Gebrauch. Erst der Input des Unerwarteten aus der Umwelt, das Unkalkulierbare des Spiel(er)verhaltens, erlöst das Spielsystem aus seiner Autoreferentialität. Bleibt die Differenz von Interaktivität und *story-telling*:

- "Niemand auf der Welt kann bis jetzt sagen, wie das interaktive Erzählen funktionieren wird. Es gibt Versuche, für diese neue Form Modelle aus den

uralten Geschichten, den Mythen und Märchen herzuleiten. <...> Es wird eine Generation von jungen Autoren heranwachsen, für die es ganz selbstverständlich sein wird, daß eine Geschichte aus Bits und Modulen besteht, die an andere Geschichten und deren Module „andocken“ können = Edgar Reitz, Bacchantisches Erlebnis (zum Film der Zukunft), in: ZKM Karlsruhe, *Mediagramm*, Januar 1996, 14

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

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

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

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

- Computerspiel ein praktisches Unterlaufen der von G. E. Lessing 1766 behaupteten medialen Differenz ästhetischer Zeichenregime. Im Sinne Lessings sind narrative Formen ein Effekt der Medien, die ihr Format steuern: "Genette unterteilt narrative Zeit in drei Kategorien, die jeweils als Relation zwischen dem einzelnen Ereignis und dem narrativen Ganzen gesehen werden müssen: Reihenfolge, Dauer und Frequenz. So ist die Reihenfolge eines gedruckten narrativen Textes die Beziehung zwischen

den Zeitlinien der erzählten Welt und ihrer spezifischen Anordnung in der Erzählung. Genette beschreibt diese Reihenfolge als festgesetzte Größe, die sich meiner Meinung nach als charakteristisch für die Materialität des gedruckten Buches erweist" = Karin Wenz, Narrativität in Computerspielen, in: / Sigrid Schade Christoph Tholen (Hg.), *Konfigurationen. Zwischen Kunst und Medien*, München (Fink) 1999, 209-218 (213)

- Kontingenz phänomenologisch vertraut aus dem Sportgeschehen: "Die normalen Betrachter <...> sind nicht auf Deutungen aus, sie wollen etwas mitbekommen, das sich jeder Deutung entzieht. Natürlich lassen sich Geschichten und Mythen tausendfach an das sportliche Geschehen anschließen, aber nur, weil es kein narratives Geschehen ist. <...> Weil die sportliche Performance keinen über sich selbst hinausweisenden Sinn vermittelt, lenkt nichts von der Zeit ihrer Darbietung ab" = Martin Seel, über: Hans Ulrich Gumbrecht, Die Schönheit des Mannschaftssports, in: Gianni Vattimo /Wolfgang Welsch (Hg.), *Medien - Welten - Wirklichkeiten*, München (Fink) 1998, in: Die Zeit v. 31. März 1999; ebenso Historiker - im von Hayden White gedeuteten Sinne der frühmittelalterlichen Annalistik - "Protokollanten der Kontingenz"<sup>81</sup>

- 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

---

<sup>81</sup> So Karl Schlögel (Europa-Universität Viadrina, Frankfurt/Oder) in seinem Vortrag als Preisträger des Anna-Krüger-Preises am Wissenschaftskolleg zu Berlin: Die Würde des Ortes. Über die Bedeutung des Raumes in der Geschichte, 6. Mai 1999

Zusammenfallen (im Sinne Hegels) der diskursive Effekt von Historie als Kollektivsingular, als Figur

- Computerspiel keine *Geschichte*; *stellt* vielmehr eine Option möglicher Zustände, diskreter nämlich, dar (im Unterschied zum Kontinuierlichen, etwa der Musik); fehlt der Serie von Zuständen die temporale Dimension der Historie. Am Begriff der Linearität scheiden sich Chronologie und Narration; meint „nicht die zeitliche Sukzession im Sinne eines chronologischen Erzählstranges, sondern die Syntagmatik der einzelnen narrativen Bausteine“ – Module also -, wobei auch „Vor- und Rückgriffe, Überlagerungen und Unterbrüche möglich sind“ = Hagenbüchle 1991: 94, Anm. 198; wird Geschichte zum Vorschein von Kontingenzen

- wird Kausalität weniger metaphysisch, vielmehr als Baumstruktur graphentheoretisch gelesen.

Die kausale Analyse ist eine Tätigkeit, die durch die Systeme in der Form von topologischen Baumverzweigungen hindurchgeht. Bei Betrachtung eines Endzustands untersucht sie die „Ursachen“ des Entstehens und der Zusammensetzung dieses Endzustands als notwendige und hinreichende Bedingungen.<sup>82</sup>

- 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

---

<sup>82</sup> Paul Ricoeur, *Zeit und Erzählung*, Bd. 1: *Zeit und historische Erzählung*, a. d. Frz. v. Rainer Rochlitz, München (Fink) 1988, 201

semantischen Gesichtspunkten) als Gedicht gelesen werden kann: sich selbst ausführend. Doris Köhler hat dies in ihrem Vortrag *Programme als poetische Form?* auf der Lüneburger HyperKult VIII realisiert, in Pascal und FORTRAN: "Besondere Beachtung verdienen solche Programme, die syntaktisch richtig sind, "etwas Sinnvolles" zu tun und auf einer zweiten semantischen Ebene, ihrem Programmtext, eine poetische Kraft entwickeln. <...> In diesem Fall besteht sogar eine Beziehung zwischen dem, was das Programm tut und dem, was es auf der sprachlich-poetischen Seite aussagt" = Vortrag auf der HyperKult 8, Lüneburg (Juli 1999); hier zitiert aus der Vortrags-Kurzfassung des Tagungsreaders

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

- also eine mithin narrative (Bild-)Sequenz. Narrativität und Programm(ieren) im Widerstreit: "Und einmal mehr taucht die Rätsselfrage auf, in welchem Verhältnis bei Medien Programm und Narrativität stehen."<sup>83</sup>

- 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

- John von Neumann / Oscar Morgenstern, Spieltheorie und wirtschaftliches Verhalten, Würzburg (Physica) 1973

---

<sup>83</sup> Kittler, "Drogen", 249

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

- finale Version des Screencasts zu *The Speaking Clock* in YouTube-Konto der Medientheorie HU: deutsche Version: <https://youtu.be/ZHyni32CyQA>, englisch <https://youtu.be/GY7NMsLGm94>

- entstehen ergodische Phänomene, zumeist in Rechner gebettet, in kybernetischen Systemen im Sinne Norbert Wieners - also „a machine (or a human) that operates as an information feedback loop, which will generate a different semiotic sequence each time it is engaged“ <ebd., 32f>. Computerspiele mögen sich zuweilen hinter einer narrativen Struktur tarnen - tatsächlich aber handelt es sich hier, im Sinne Gerard Genettes, um zwei ausschließliche Diskurse. Das ergodische Element heißt hier *action*, und „the event space is not fixed before the time of play“ <ebd., 35>. Zwischen Entropie und Negentropie: Erst im historischen *re-play* eines Spielverlaufs sieht dieser notwendig und damit narrativ aus - ein aus der quantenmechanischen Beobachtungsunschärfe vertrautes Phänomen:

- keine Determiniertheit / obgleich das Gesamtsystem determiniert; Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik; Universum kein geschlossenes System, weil Entropie-Löcher

- "Once realized, the ergodically produced sequence may be regarded and narratively reproduced as a story, but not one told for the player's benefit at the time of playing. <...> The production and reproduction of such a sequence are two very different things, just like the difference between the video-record of an event and the event itself" = Aarseth 1999: 35

- Lacan, grad/ungrad-Spiel (Hazardeur); nicht das Spiel, erst die Erzählung seines Verlaufs narrativ; kommt Zeitkritik ins Spiel: "If games such as

*Doom* demand ergodic closure, the reduction of an event space into a single, successful event time, poetry generators such as John Cayley's *The Speaking Clock* challenge our sense of temporal, aesthetic experience in a totally different and open way. Where *Doom*'s event space is controlled and reductive, *Clock*'s excessive combinatorics, which produces a different verbal sequence for every moment the program runs, is based on the internal clock in the computer" = Aarseth 39; von Paul Ricoeur diagnostizierte Verschränkung von Zeit und Erzählung wird reversibel, und Lessings *Laokoon*-Theorem über die Zeitbasiertheit von Literatur rekodiert

- gilt für Computerspiele, daß gleich einer generativen Grammatik die jeweiligen Möglichkeiten als Programm darin angelegt sind. Dennoch generiert die konkrete Ausformulierung durch verschiedene Spieler in verschiedenen Zeiten verschiedene Geschichten - nahe an Shannons Definition ergodischer Systeme aus Quellen mit beschränktem Nachrichtengehalt

- Franz Degler, Erspielte Geschichten. Labyrinthisches Erzählen im Computerspiel, in: "See? I'm Real ...". Multidisziplinäre Zugänge zum Computerspiel am Beispiel von Silent Hill, hg. v. Britta Neitzel / Matthias Bopp / Rolf F. Nohr, Münster 2. Aufl. 2005, 58-72 (59)

## **Computerspiele: Programme, nicht Inhalte lesen**

- adressiert Medienwissenschaft an Computerspiele - im Unterschied zum Inhaltismus, zur anders gemeinten Programm-Fixierung der Fernsehwissenschaften - Frage: Wie entwirft die Maschine den Spieler (Claus Pias)?

- wird von dem Moment an, wo der technologische Grund (die *arché*) von Computerspielen zugunsten diskursiver Aneignung mit ihren narrativen 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; koreanische Medienkultur zu erhalten, die ganz entscheidend über die Praxis von Computerspielen läuft (eher als über Informations-Retrieval im Internet); wird Moment kommen, wo nicht nur eine westliche Technologie (das technische Dispositiv der Konsolen etc.) kulturell different angeeignet wird - das Ressort der "cultural studies" -, sondern ihrerseits zur spezifischen Fortentwicklung der Technik führt

- setzt sich GAME FACE Magazin ausdrücklich zum Ziel, das Feld der Entwicklung von Computerspielen nicht nur in seiner ökonomischen Effizienz, sondern auch in seiner medienarchäologischen Tiefe zu behandeln. Tatsächlich werden an solchen Objekten neue Kulturtechniken trainiert; deren Genese, Technologie und Konsequenzen sowohl technisch kompetent als auch kulturwissenschaftlich informiert zu reflektieren ein genuin medienwissenschaftliches Programm

- "Das „alte Europa“ und hier ganz speziell Deutschland hat eine lange prädigitale Spiele- und Erzählertradition. Auch wenn andere Regionen der Welt technologisch avancierter sind und in den Anfängen eines neuen Mediums von traditionellem Ballast befreit oft unkritischer und damit schneller auf neue Entwicklungen reagieren, so kommt doch immer wieder der Zeitpunkt, an dem ein neues Medium nach einer Klimax und Katharsis zu seiner ihm ädequaten Positionierung findet" = Joachim Sauter, Universität der Künste Berlin, ART+COM AG, Berlin, Grusswort für Erstausgabe von Game Face

## **Game Face (Kurz-Konzept)**

- darf kulturwissenschaftliche Behandlung von Computer- und Videospielen 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 voranzueilen, obwohl man sie als Teil derselben begreifen muss. Wieder einmal zeigt sich (frei nach Heidegger) ganz deutlich, dass das Wesentliche des Technischen nicht das Technische selbst ist" = ders.

### **Sampling / zeitdiskrete Proben nehmen**

- Descriptive Experience Sampling eine strukturierte Tagebuchtechnik (momentary assessment); tragen Probanden eine Art Uhr, die 10-mal am Tag "random piept. Dann müssen die Probanden ihr Tagebuch (bzw. Ihre Fragebögen ausfüllen in denen dann psychologische Konstrukte so operationalisiert sind, dass man sie eben aus dem täglichen Leben sampeln kann)" = Hurlburt 2006

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

### **Computermedienarchäologie**

- Engführung des Konzeptes der Medienarchäologie auf *den / die* Computer; Unterscheidung zwischen prinzipieller Turingmächtigkeit und tatsächlich in physikalischer Hardware implementiertem Computing (Höltgen-Theorem); Computerarchäologie immer im Plural gemeint, *die*

konkreten Computerarchitekturen

- heißt Computer(spiel)archäologie im Unterschied zu vorherigen Medien, auch die symbolische Ebene (Quellcode / Source code) freizulegen. Konkret wurde in diesem Fall das Atari-Modul *disassembliert*: eine neue Bedeutung von Archäo-Logie, Freilegung des Computer-Logos (i. U. zur Freilegung der Physik in klassischen Analogmedien)

- eine Archäologie *der* Gegenwart im zwiefachen Sinne: nicht nur ein besseres Verstehen von Gegenwart durch Erforschung antiker Verhältnisse im historischen Sinne, sondern ebenso ein besseres Verständnis der Antike durch retro-aktive Medien *der* Gegenwart (im Sinne des *genitius 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.“<sup>84</sup> An dieser Stelle ereignet sich ein fundamentalistisches Mißverständnis der Abgründigkeit aller Archäologie: "Dieser Ausdruck fordert nicht zur Suche nach irgendeinem Anfang auf; er rückt die Analyse nicht in verwandtschaftliche Nähe zu Ausgrabung oder geologischer Sondierung. Er bezeichnet das allgemeine Thema einer Beschreibung, die das schon Gesagte auf dem Niveau seiner Existenz befragt“ - Positivitäten also, historische (oder besser: gleichursprüngliche) Aprioris. Den metaphorischen Untergrund, den Foucaults 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.“<sup>85</sup> Nur daß das Niveau jener Existenz, das ein technisches Dispositiv, Gestell, Gedächtnis, Speicher ist, von Foucault nicht konkret benannt wird; um das allgemeine Archivsystem als spezifisches zu identifizieren, ist Diskursanalyse auf Medienwissenschaft als Wissen um technische Medien angewiesen.

- medienarchäologische Praxis radikal nondiskursiv. Was klassische Archive "zum Sprechen" brachte, ist der historische Diskurs: "Und in diesem Sinne wird das Gedächtnis durch die Kraft der Seele, sich die Welt vorzustellen, in Tätigkeit gesetzt." <Alexander Gottlieb Baumgarten, *Metaphysica*, § 580>. Doch was heutzutage technische Speicher in Bewegung setzt und damit individuelles und kollektives Gedächtnis triggert, sind alphanumerische Adressierungen, die als solche radikal non-diskursiver Natur sind und vielmehr Befehle darstellen

---

<sup>84</sup> Gilles Deleuze, "Der Mensch, eine zweifelhafte Existenz", in ders. / Michel Foucault, *Der Faden ist gerissen*, Berlin (Merve) 1977, 13-20, hier: 18

<sup>85</sup> Foucault 1969/1973: 190

- 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 *different Grabungspraktiken*.
- Computerspielphilologie, aber im Sinne einer digitalen Forensik (Matthew Kirschenbaum)
- Raiford Guins, *Game After. A Cultural Study of video Game Afterlife*, Cambridge, Mass. / London (MIT Press) 2014 problematisiert den Begriff der "Geschichte" von Computerspielen, deren Emulation, museale Erstarrung und Archäologie (E.T.-Spielvergrabung); ferner: Wiedervollzug von *Tennis for Two*

## Kriegs- und / oder Computerspiel

- taktischer Kriegsspielapparat, den Kriegsrat George Leopold Baron von Reiswitz in ein und demselben Kontext der Befreiungskriege für König Friedrich Wilhelm III. baute - ein Spiel, das im Unterschied zu barocken Denkspielen an die Stelle von Ornamenten die mathematisch-strategische Berechnung von Wahrscheinlichkeiten stellte und folglich "mit dem Reellen operieren" will. Die Kommunikation der Mit- und Gegenspieler lief hier nicht mehr *face to face* respektive mündlich, sondern in definitiv getakteten Zeiträumen auf Schiefertafeln; die Abläufe werden so in diskrete Schritte zerlegt, d. h. algorithmisierbar. Seitdem brauchen von geografischen Räumen lediglich die zeitlichen Daten gewußt zu werden, welche die medialen Systeme ihrer Überwindung oder optischen Erfassung liefern. „So wie sich geschichtliche Daten und solche zukünftiger Szenarien dem Echzeitsystem, das der taktische Kriegsspielapparat abgibt, zuführen ließen, transformierte sich auch der klassische Feldherrnhügel in eine Schreibstube“<sup>86</sup>

- 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."<sup>87</sup>

- Adventure-Games als Hybride; Video-Inserts als story-Elemente

- fragmentierte Erzählungen, um Knotenpunkte (Topologie) zu re-linearisieren

- narrative Form des Diskurses "nur ein *Medium* für die Botschaft, das nicht mehr Wahrheitswert oder informatorischen Inhalt besitzt als jede andere

---

<sup>86</sup>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)

<sup>87</sup> Karin Bruns, Stück-Werk. Zur ästhetischen Funktion von Video-Inserts in Film und Computerspiel, in: REC. xxx, hg. v. Ralf Adelman xxx, 182- (188f)

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)