

## ["ÜBER LOGISCHE MASCHINEN, COMPUTERMUSIK UND (BE)RECHENBARKEIT"]

### *IDEENMASCHINE*

Einleitung

Medientheorie konkret: die Maschine bauen

Den Namen schreiben

Karsakov *versus* Babbage

Kinesiologie, Radionik

*Arifmometr*

Quellen der Medienarchäologie (Fallstudie Karsakov)

(Re-)Präsentation der Schrift: Karsakov 1832

Künstliche Intelligenz: Karsakov 1832

Gutachten Akademie St. Peterburg

## LOGISCHE MASCHINEN IM WECHSELSPIEL VON HARD- UND SOFTWARE

Mathematik *versus* Medium

Im Wechselspiel von Hard- und Software

Exkurs: Rechenmaschinen

Vergleichbare Maschinen von Lull bis Babbage

Alphabetische Maschinen

Raimundus Lullus, ca. 1232-1316

Symbolische Maschinen, algebraische Notation

Albertis Kryptographie

Leibniz 1646-1716

Condillacs Sprache des Kalküls

Babbage, Peirce, Karsakov

Die Lochkarte als Speichermedium

Lochkartenmaschinen (Hollerith)

Zwischen Differenzmechanismus und Analyse

Die Difference Engine simuliert

Hegel / Maschine

George Boole

William Stanley Jevons' "Logical piano"

Gottlob Frege

Kosmos "Logikus"

Die Turing-Maschine

Die emulierte Turing-Maschine

Schreib-Maschinen: Operationen im Symbolischen

Denk-Maschinen

Rechnen mit Quanten

Algorithmische Prozeßbearbeitung / Zustandsmaschinen

Mehrwertige Logik(maschinen)

Auftritt Heidegger

Logik / Syllogismus

### LEIBNIZ-Material

Analysis mit Leibniz

Zahlen und Buchstaben

Leibniz: Die Kalkulierbarkeit von Literatur

Buch(staben) und Bibliothek mit Borges

Leibniz: *Apokatastasis panton*

## Computergenerierte Poesie

### TECHNOMATHEMATIK: AVANCIERTE MEDIENTHEORIEN

Technomathematische Existenzweisen von Medien

Einsicht des Infinitesimalen: Differential- und Integralrechnung

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

Harte Arbeit am Begriff (Hegel): Maschinen denken und mechanisierte Mathematik

Logische und symbolische Maschinen (Kombinatorik, Kalkül, Programmierung)

Die Mathesis der Kybernetik (kybernetische Mathematik)

Welle, Frequenz, Schwingung: Fourier-Transformation, -Reihe, Sampling

a) Fourier, Gabor

b) Technisches Sampling

Mediale Historiographie: Thermodynamik, Entropie, Ergodik, und eine wirklich mathematische Theorie der Kommunikation

Mechanisierung der Mathematik: der Kalkül

Quanten- versus Medientheorie

"There is no Software?" Ästhetik der Programmierung

Rekursionen, Gleichursprünglichkeit: Zur Asymmetrie von technomathematischem Wissen, Medienhistorie und Wissenschaftsgeschichte

### COMPUTERMUSIK

Implizite Musikalität des ENIAC

Algorithmisches Komponieren

Computerhardware-Musik

Xenakis' UPIC

Computergenerierte Poesie (Borges, Leibniz)

"Hörbares Rechnen" (mit PASCAL)

"Turing-Techno: So klingt die älteste elektronische Musik der Welt"

"Digitale" Musikbegriffe

Informationstheorie und Musik (Hiller, Foucault)

Elektroakustik - ein Zwischenspiel der Musikgeschichte?

Wieder(ein)kehr der Elektroakustik im DSP?

### TECHNO-MATHEMATISCHE THEORIE DES WETTERS

Mit Unwahrscheinlichkeiten rechnen lernen: Wetter, Rauschen

Wolkenzeit mit Wiener

Klimamodellierung als numerisches *computing*

Wolken des Realen / reelle Zahlen

Computergeburten: Fraktale

Wolkenklang (Xenakis u. a.)

Wolkenzeit: thermodynamische Historiographie

Asche- als Datenwolken

Unwettervorhersage und -warnung im Kontext hochtechnischer Rechenmedien

### MEDIENMATHEMATIK (divers)

Was meint Medienmathematik

Technomathematik (mit / gegen Heidegger)  
Schlüsselbegriffe der Medienmathematik  
Die Differentialrechnung  
Mathematik in Bewegung  
Symbolische Maschinen  
Symbolische Notation als medienarchäographische Argumentationsform  
Medienmathematik spezial: Formeln medieninduzierter Zeit  
Vektorrechnung  
Das Medium der Integration: Planimeter  
Quantenphysik, Turingmaschine: Rekursionen der pythagoreischen  
ganzzahligen Mathematik?  
Symbolisch operative Mathematik: Das Lesen mathematischer Formeln  
Statistik vs. Stochastik

## TURING / MASCHINE

Turing über ENIGMA  
"Die mechanische Prozedur. Kurt Gödel als Medientheoretiker *avant la  
lettre*"  
What´s a Turing Machine?  
Turing Train Terminal  
Turingmaschine (Halteproblem)  
Turing-Maschine mit LEGO  
Virtual Turing machine  
Zwischen Schreibmaschine und Tonband: die Turing-Maschine  
(Über)Abzählbarkeit  
"Finitheit"  
TM-Material  
Turing zur Morphogenese  
Rechnens als Schrift  
Der Lambda-Kalkül  
Computer(spiel)sprachen (Game Circuits Nr. 14)

## TURING-TEST

Die Turing-Frage: Menschen im (Rechen-)Maschinenzustand  
Dialog mit Androiden  
Akustischer und kinematographischer Turing-Test  
Symbolische Operationen: Das unmenschliche Element in der Kultur  
Ein Halbjahrhundert ELIZA  
Grenzwerte von Mensch- und Computerkultur: Inszenierung der Differenz

## IDEENMASCHINE

### Einleitung

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

einem Bewußtsein seiner selbst; Bababge Gegenstück zu Karsakov

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

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

- Hegel in Opposition zum Versuch, »mathematische Kategorien herbeizunehmen, um daraus für die Methode oder den Inhalt philosophischer Wissenschaft etwas bestimmen zu wollen«; das Logische vielmehr »aus der Logik, nicht aus der Mathematik zu nehmen«, da der Anwendung »der entliehenen Formeln« ein Bewusstsein »über ihren Wert wie über ihre Bedeutung vorangehen« muss" <ebd., 89>; nun aber: ALU als Kern des Mikroprozessors

- arbeitet zeitgleich zu Charles Babbage Georg Friedrich Wilhelm Hegel an einem philosophischen System zur Abwehr der Mechanisierbarkeit des Denkens: »Die Abstraktion des Produciens macht das Arbeiten ferner immermehr mechanisch und damit am Ende fähig, dass der Mensch davon wegtreten und an seine Stelle die Maschine eintreten lassen kann.«<sup>73</sup> Hegel als Karsakovs Zeitgenosse; stirbt in dem Jahr, in dem Karsakov seinen Maschinenentwurf publiziert. Velinski, 164: "Ob diese Ideenmaschine für Hegel eine richtige Behandlungsmethode generiert und somit auch die Einstellung des Philosophen gegenüber der Technik verändert hätte, bleibt wohl für immer eine wissenschaftliche Leerstelle."

- unterscheidet Hegel zwischen angeeigneter Erinnerung und technischem Gedächtnis

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

technische Mechanisierung und Reduktion auf das Operative

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

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

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

### **Medientheorie konkret: die Maschine bauen**

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

- Traktat von S. Karsakov *Aperçu u d'un procédé nouveau d'investigation, au moyen de machines à comparer les idées* (St. Petersburg 1832) beginnt mit programmatischem Satz: „L'homme pense et ses actions sont machinales.“ Folgt nicht nur eine theoretische, sondern auch praktische Begründung der Vermutung, daß Denkvorgänge mechanisierbar sind; Karsakov gibt die konkrete Anleitung zum Bau von *machines à comparer les idées*. Von daher lag es nahe, diese ungebraute Maschine zu realisieren  
- Medienarchäologie als *reverse engineering*, negentropisch gegenüber der Geschichte selbst

- stellen sich mechanische Defizite von Karsakovs Maschine erst dann heraus, wenn sie wirklich gebaut wird; Test aller Medienarchäologie ist ihr zeitkritischer Vollzug; stellten auch der Elektroingenieur Doron D. Swade

und der Informatiker Allan G. Bromley fest, als sie für das Londoner Science Museum Babbages unvollendete Differenzmaschine nachbauten und dann erst den fehlenden Mechanismus für die Arretierung der manuell eingestellten Ziffernräder oder die Mängel bei der Übertragung von Ziffern feststellten; Problem des Zehnerübertrags im Mechanismus war ein feinmechanisches Problem im Räderwerk der Epoche<sup>1</sup>

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

- realisiert Karsakovs Entwurf von 1832 eine Forderung, die eine der frühesten Entwürfe für eine Berliner Universität durch Johann Jakob Engel im März 1802 in einer Denkschrift formulierte: "Es gibt Objekte des Unterrichts, die in Büchern können vorgetragen, aber nie aus bloßen Büchern gefaßt, nie durch bloße Worte gelehrt werden, die durchaus Anblick, Gegenwart, Darlegung wollen. Von dieser Art sind Handwerke, Künste, Fabriken. <...> Kupfer<stiche> helfen hier wenig oder nichts, sie legen die Maschinen nicht auseinander <analysieren sie also nicht>, setzen sie nicht wieder zusammen, zeigen sie nicht in Bewegung, zeigen nicht die Handgriffe der Arbeiter usw."<sup>2</sup> Genau das leistet die logische Schaltung, die selbst neue Schaltpläne zu generieren vermag

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

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

## Den Namen schreiben

---

<sup>1</sup> Heiko Joosten, Die mechanischen Computer des Charles Babbage, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 21. April 1993, unter Bezug auf den Artikel von Doron Swade und Allan Bromley, in: Spektrum der Wissenschaft Bd. 4/1993, 78

<sup>2</sup> Johann Jakob Engel. Denkschrift über Begründung einer großen Lehranstalt in Berlin (13. März 1802), in: Gelegentliche Gedanken über Universitäten in deutschem Sinne, hg. v. Ernst Müller, Leipzig 1990, 6-17 (6)

- ein Phantombild, zusammengesetzt aus Symbolen des ASCII-Codes; der Name löst sich in eine Buchstabenkette auf, seine Existenzform im Archiv und als Archiv, ein *string*: Semen Korsakov (1788-1853); Simon Nocolaievitch Korsakoff; Iseman von Korsakoff. In der Druckversion schreibt sich der Autor des Traktats von 1832 Karsakof, doch: "Son nom a souvent été orthographié par erreur Korsakoff, selon la terminaison en allemand ancien"<sup>3</sup>

- kleine Broschüre aus dem Jahr 1832: Semen Karsakov, *Aperçu d'un procédé nouveau d'investigation au moyen de machines à comparer les idées*, St. Petersburg 1832; vor Holleriths Sortiermaschinen und zeitgleich zu Charles Babbage (aber anders als Jacquards Webstuhl) ein Lochkartenverfahren, das Datenverarbeitung zum Zweck von *intelligence* einsetzt; Karsakov im statistischen Büro des russischen Polizeiministeriums in St. Petersburg tätig

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

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

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

- Alphabet, altgriechisch noch eine Kulturtechnik, wird bei Karsakov technisch operativ: "Emphasizing the decisive meaning of the alphabet which enabled humankind to 'impress ideas onto (physical) matter' up to appearance of the synoptic tables in the Modern Age, Korsakov developed

---

<sup>3</sup> <http://www.planete-homeo.org/interna/echos/mots/korsakov.htm>

his idea further on to suggest the combination of these tables with a mechanical processing device so as to facilitate (automate) the `comparison of ideas´. He called such devices "machines intellectuelles", and predicted their intensive future development" (Povarov)

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

- Wolfgang Heise über Münze als ökonomisches Äquivalent, das Pythagoras´ Sensibilität für vergleichbare Quantitäten ermöglicht; Aristoteles, über Münze/Worte/Semantik als *tertium comparationis*

- gibt Karsakovs Text (es spricht kein Autor, sondern Schrift gibt sich zu leswen) das Geheimnis seiner eigenen Überlieferung an die Nachwelt an, Seite 2: "C´est l´invention de l´alphabet qui nous a procuré le précieux moyen de donner de la stabilité à nos idées en les fixant sur la matière d´une manière durable et comparable"; Druckschrift ändert daran prinzipiell nur den quantitativen Faktor

### **Karsakov versus Babbage**

- nahm Karsakov nach Krieg des Zarenreiches gegen Napoleon ein Zivilamt als Statistiker im Innenministerium auf; Roman von William Gibson und Bruce Sterling, *The Difference Engine* (1990); steht Statistik an, als Karsakov zu einem Bezirksinspektor von Krankheitsfällen während der Cholera-Epidemie um 1830 wird; hat Michel Foucault in *Die Geburt der Klinik* auf den Zusammenhang von modernem Krankenwesen und Statistik als ihrem Aufschreibesystem hingewiesen; verlangte massenhafte Behandlung nach einer Beschleunigung des Verfahrens (bis hin zu einer Automatisierung) ärztlicher Medikation

- in Karsakovs "Ideenmaschinen" Foucaults Diskursanalysen des statistischen Diskurses) Maschine geworden

- Welthaftigkeit der Simulation: wird Programm EpiSims medientechnisch anders implementiert als klassische Statistiken, eher desintegrierend; genau dies leistet Karsakovs Ideenmaschine, weil klassische Tabellen an der schieren Kombinatorik sonst scheitern

- arbeitet Georg Friedrich Wilhelm Hegel zeitgleich zu Charles Babbage und Karakov an einem philosophischen System zur Abwehr der Mechanisierbarkeit des Denkens: »Die Abstraktion des Producirens macht

das Arbeiten ferner immermehr mechanisch und damit am Ende fähig, dass der Mensch davon wegtreten und an seine Stelle die Maschine eintreten lassen kann«; stirbt der Philosoph in dem Jahr just an Cholera, in dem Karsakov seinen Maschinenentwurf publiziert; syntaktische Funktion der Zeichen steht hier über der semantischen: Genau darin sieht Hegel eine Provokation, möchte er doch das Denken auf den Begriff und nicht auf die Maschine bringen – wie er auch zwischen angeeigneter Erinnerung und technischem Gedächtnis unterscheidet. Während Babbage bereits an seiner nicht mehr nur arithmetischen, sondern speicherprogrammierbaren Analytical Engine experimentiert, formuliert Hegel in seiner *Logik* eine Kritik am Mechanismus des Rechnens

- was Karsakov "Ideen"maschinen nennt, klingt wie ein versöhnliches Angebot an Hegel; verstarb in Berlin im Jahr der Publikation von Karsakovs *Ideenmaschinen* 1832. Hätte er sich wider Willen auf die Mathematisierung und Mechanisierung, also Computerisierung der Medikamentation eingelassen, hätte er vielleicht überlebt, eine List der Medien- versus Philosophiegeschichte

- operiert Karsakovs logische Maschine nach den klassischen Gesetzen der Mechanik

- was Papiermaschine mit Elektronik verbindet: läßt Hermann Hollerith für die amerikanische Volkszählung Merkmale wie Geschlecht, Religion, Familientand einer bestimmten Lochposition auf einer Karte zuzuordnen (dann entsprechend gestanzt); damit automatische Auswertung möglich, elektromechanisch: Ein Apparat verfügt für jede Lochposition über einen Fühlstift. Bei Lochung an einer Stelle stellt der Stift einen elektrischen Kontakt her, der seinerseits ein Zählwerk betätigt - also ein *computer* (EDV). Volkszählung in USA 1890 wird mit 43 Geräten in vier Wochen bewältigt; bei Zählung 1880 noch 500 Leute 7 Jahre beschäftigt; 1910 18000 Karten pro Stunde ausgewertet

- Konstruktion einer Maschine, die verschiedene Begriffe aus dem ‚unübersichtlichen‘ Wissen kombinieren kann – eine Suchmaschine. „Das komplett materielle Gedächtnis meiner Maschine kann sich nicht täuschen, denn es ist das unfehlbare Resultat physikalischer Eigenschaften der Materie“, schreibt Karakov an die Kommissionen der Akademien in St. Petersburg und Paris

- Faszination, Denkopoperationen an Automatismen zu deligieren, also zu mechanisieren; Sebastian Klotz, *Ars combinatoria* oder "Musik ohne Kopfzerbrechen". Kalküle des Musikalischen von Kircher bis Kirnberger, in: Musiktheorie Bd. 14 (1999), Heft 3, 231- 245

- Faszination des Archäologischen: radikale Enthistorisierung als Selbstbefreiung von der überbordenden Subjektivität; bleibt ein flacher, kombinatorischer, operativer Diskurs. Zwei Dokumente aus dem Archiv, nebeneinandergelegt: läßt sich *unhistorisch* beschreiben, daß Text B die Spuren der Lektüre von Text A trägt, also seine Folge ist? rein permutativ? auch das wäre noch eine Folge in der Zeit

## Kinesiologie, Radionik

- Kinesiologie als Abfragen von Muskelreflexen (Armlängenreflex), die unbewußt gesteuert werden; kontaktfreie Informationsübermittlung; Paradigma Radiowellen; Kupferdraht in Form eines Möbius-Bands; Information in Wasser übertragen
- alternatives System: Quantec; bildet im Anschluß an PC (k?) ein elektromagnetisches Feld; Sensor also, klassischer A/D-Eingang
- steht Therapeut immer schon mit im Feld, mitangeschlossen; anders Korsakov-Maschine: außerhalb
- Bedingung für Erfolg des Verfahrens: im Kopf des Patienten das "Weltbild" teilen; Störanfälligkeit durch kritische Gedanken; dagegen Korsakov: kein elektromagnetisches Feld, sondern von der Mechanistik, von der Kombinatorik her gedacht; braucht energetisch störungsfreie Felder
- Bio-Resonanz: hat jede Zelle ihre spezifische Frequenz (Schwingung); wird elektronisch wieder eingeschwingen (Störung als Krankheit); elektronischer Schwingkreis, radiotechnisch; Modulation
- Skalarwellen; Skalar in Mathematik ein Zahlenwert, der sich bei Koordinatentransformationen (Drehungen, in der Relativitätstheorie auch Lorentz-Transformationen: Lorentz-Skalar) nicht ändert; eine mathematische Größe, die allein durch einen Zahlenwert bestimmt wird
- Software SkaSys: Programm ordnet Armreflex-Symptomen homöopathische Mittel zu
- Johann Lechner, Störfelddiagnostik Teil II: Kinesiologie, Kötzing 2000, 154 ff: das Möbius-Prinzip; 157: das Versagen der zweiwertigen Logik im Gegensatz zur Möbius-Schleife; Abbild Escher, Verweis auf non-euklidische Geometrie
- Lechner Teil II, 166: in Möbius-Schleife elektromagnetisch Schwingungen einlegen, dann Umwandlung in ein skalares Feld
- was nun im Computer möglich, von Karsakof als Mechanik angedacht: automatisierte Zuordnung von Symptomen zu Medikamenten; schließt sich der Kreis - von der Maschineneinstellung zur Software; Source Code des Programms RADAR; <http://www.archibel.com/homeopathy/radar>; in Differenz zu Karsakof leistet Software keine Symptomzuordnung, sondern erfragt die Ursachen-Ebene; medienarchäologisches *stratum*
- Software SkaSync mit speziell frequenzmodulierter Musik; EEG-Muster
- nicht stoffliche Substanzspuren, sondern Information wird übertragen

## **Arifmometr**

- Hardware von Werkzeugen und Apparaten ebenso zur Sprache kommen lassen wie die Software von Instruktionen und Programmen; spiegeln Anfänge, Höhepunkte und Scheitern eines eigenständigen Computers in der vergangenen Sowjetunion den Streit der universitären Fakultäten; Strukturaspekt der wechselnden Konfigurationen zwischen Mathematik, Informatik und Ingenieurskunst rekonstruieren. Als Kantorovic in Leningrad sich mit der Programmierung digitaler Rechner befaßt, identifiziert er genau diese Asymmetrie: "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: Georg Trogemann u. a. (Hg.), Computing in Russia, xxx, Braunschweig (Vieweg) 2xxx, xxx

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

## **Quellen der Medienarchäologie (Fallstudie Karsakof)**

- dient medienarchäologischer Akzent der exemplarischen Rekonstruktion von Umbrüchen in der medialen Epistemologie vergangener Kultur unter der dezidierten Perspektive der digitalen Jetztzeit; technologische Medien als reale Artefakte, als Gegenstände der Kultur, die z. T. materiell (als Museum) überliefert sind - wie etwa jene Zahnräder aus dem antiken Wrack, gefunden vor der menschenleeren Insel Antikythera in der Ägäis, von denen bis heute nicht klar ist, ob sie die Ur-Form eines astronomischen Computers oder schlicht eine astronomische Uhr darstellen

- sind Medien, die es gab, nur noch als Information, nämlich in einem (anderen) Code überliefert: dem Alphabet (als Bericht) oder als Kulturtechnik (eher unbewußt praktiziert, etwa die tägliche Sprache), oder in (hoffentlich technischen) Zeichnungen (damit rekonstruierbar), also als Archiv (denn Archiv meint den Ort, den Speicher der nicht-materiellen, schrift-symbolischen Gedächtnisse). An dieser Stelle ein Sprung hinein mitten in dieses Archiv, sozusagen *medias in res* (weil das Wortspiel hier ganz besonders Sinn macht)

- Überlieferung eines solchen mediengeschichtlichen Objekts ihrerseits von den Medien der Überlieferung abhängig

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

## **Re-)Präsentation der Schrift: Karsakof 1832**

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

- für die nachfolgende Hollerith-Technologie treffend so benannter Lochschriftübersetzer vermag später die in Lochschrift gespeicherten Werte auf einer Karte ohne Rechenoperation sofort und auf demselben Schauplatz der Karte in Zahlenschrift zu reproduzieren<sup>4</sup>

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

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

- Medien nicht schlicht eingebettet in Tradition, sondern Tradition selbst ein Effekt, eine Funktion der Logik von Speicher- und Überlieferungstechniken; schaut der medienarchäologische Blick also auf die Vergangenheit der Medien nicht in dem Sinne, daß sie immer schon in Geschichte eingebettet sind, sondern legt die medialen Mechanismen dieser Einbettung selbst frei - Alphabete, Speichertechnologien, Übertragungssysteme. Von daher ist es für Medienwissenschaft überhaupt eine zentrale Frage, wie wir das Wissen um vergangene Medien organisieren; gängiges Modell dafür heißt Geschichte, also die mehr oder weniger lineare Entwicklung von Dingen, die Darstellung ihres Entstehens, Werden und Vergehens in Form einer Erzählung, so sehr diese auch Zickzackformen annehmen mag; schaut

---

<sup>4</sup> Festschrift zur 25-Jahrfeier der Deutschen Hollerith Maschinen Gesellschaft, Berlin 1935, Kapitel "Die Lochkarte als Träger des Hollerith-Verfahrens", 89

Medienarchäologie auf dieselben materiellen Sammlungen und symbolischen Archive mit einem anderen Blick und wählt ein anderes Modell, die Vergangenheit der Medien zu beschreiben

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

- das zeitkritische Moment dieser Operation - das durch die von-Neumann-Architektur des Computers vertraute Problem der Sequenzialität in der Datenabarbeitung: "Unser Geist kein von alleine nur wenige Details im gleichen Moment erfassen; mit / Seite 4: diesem Verfahren ist es möglich, mit einem Male tausende von Details zu umfassen"; menschliche Auffassung kann aus demgleichen Grund im selben Moment "nur zwei Objekte umfassen, und wenn wir unsere Aufmerksamkeit auf eine größere Zahl richten, müssen wir auf sukzessive Vergleichen zurückgreifen"; Karsakovs Verfahren dagegen erlaubt die gleichzeitige Verarbeitung großer Detailmengen

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

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

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

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

- hat sich Karsakov seinerzeit mit seinem Entwurf auch an die russische

Akademie der Wissenschaften gewandt; geht aus den 1961 auf Russisch publizierten Dokumenten die Stellungnahme des Akademiemitglieds und Mathematikers M.V. Ostrogradskiy (1801-1862) und four other academicians ended with the following words: "Korsakov had spent too much of his intellectual power trying to teach others to do without any intellect at all" [1. p. 564]; lag aber der Clou der Erfindung gerade darin ganz im Sinne Alan Turings eine scheinbar geistige intellektuelle Tätigkeit vollständig durch ein mechanisches Äquivalent zu ersetzen: Karsakof "presented the conception of artificial intelligence (a term so popular in our time) as an 'auxiliary amplifier for natural intelligence'. Since the demand for any serious information processing (especially facilitated) could scarcely exist at that time, Korsakov's invention was not widely recognized by his contemporaries" (Povarov). Künstliche Intelligenz also, *avant la lettre*

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

- schließt Karsakof an Ernst Kapps und Marshall McLuhans "Prothesentheorie" der Medien an: "Just as the telescope and the microscope provided the additional power to our eyes, the intellectual machines would limitlessly strengthen the power of our thought (mind)" - "das sublimste Organ des Menschen, das alle anderen Organe steuert" - "as soon as distinguished scientists apply their knowledge to studying the principles of this process and compose the tables necessary for its application in various fields of the human knowledge" = Karsakof 1832: 8, Übersetzung Povarov

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

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

- Klären von Klassifikationsproblemen; Linné-Klassifikation vom 18. Jh. her gedacht; Foucaults *Ordnung der Dinge*

- 24. Oktober 1832 lehnt St. Petersburg Karsakovs Antrag auf Projektierung der Maschine ab; Russische Zeitschrift mit der Reaktion der Wissenschaftsakademie: M. I. Radovski, Aus der Geschichte der

Rechengeräte (anhand von Material der Wissenschaftsakademie der USSR\*), in: Istoriko-matematičeskie issledovanija [= Historisch-mathematische Forschungen], Bd. XIV, Heft 4, red. G. F. Rybkin u. A. P. Juškevič, Verlag Fizmatgiz, Moskau 1961, 551-586; Reaktion der St. Petersburger Wissenschaftsakademie auf Korsakovs Antrag

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

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

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

- Praxis der Notation in Zeilen und Spalten verweist zum Einen auf eine Vorgehensweise in Modulen, welche die Basis für eine ganze Produktionstechnik der Neuzeit bildet; "anzuknüpfen wäre hier an die Geschichte des *Textile Processing* als multi-mediales Dispositiv der Text- und Gewebeerzeugung von Vaucanson und Jacquard bis zu Babbage" = Klotz 1999: 242 als Syntax des Prozeduralen; Analogie von textilem Flecht-Code und musikalischem Code in afrikanischen Kulturen: dazu Gerhard Kubik, in: MGG, Artikel "Musikethnologie"

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

LOGISCHE MASCHINEN IM WECHSELSPIEL VON HARD- UND SOFTWARE

**Mathematik versus Medium**

- *arché* nicht allein historisch gemeint als Suche nach den zeitlichen Ursprüngen, sondern ebenso "die Wurzel aus ..."; umfaßt Medienarchäologie nicht allein Technik, auch mathematischen Begriff von Medientvorgängen; Gretchenfrage zum Digitalcomputer: Mathematisierung der Maschine oder Mechanisierung der Mathematik? Novalis, aus seinem *Allgemeinen Brouillon*, Nr. 69, Stichwort Mathematik: "Sie ist vielleicht nichts, als die *exoterisirt*, zu einem äußern *Object und Organ*, gemachte Seelenkraft des Verstandes - ein realisirter und objektivirter Verstand. [...] Unser Geist soll sinnlich wahrnehmbare Maschine werden - nicht in uns, aber außer uns"<sup>5</sup> - bzw. die in technische Operationen gewendete Mathematik

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

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

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

### **Im Wechselspiel von Hard- und Software**

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

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

---

<sup>5</sup> Novalis, *Das Allgemeine Brouillon*. Materialien zur Enzyklopädistik, in: ders., *Schriften*, hg. v. Paul Kluckhohn / Richard Samuel, Bd. 3, Darmstadt 1983

## **Exkurs: Rechenmaschinen**

- M. S. Tukatschinski [1958], *Maschinen als Mathematiker*, übers. v. Karl-Heinz Rupp, Berlin (VEB Dt. Verl. d. Wissenschaften) 1960

- wird Logik operativ in Rechenprozessen, wenn sie der arithmetischen Kalkulation dienen

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

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

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

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

## **Vergleichbare Maschinen von Lull bis Babbage**

- Karsakofs Entwurf eines begriffsverarbeitenden, mithin also algebraischer und - im Unterschied zu Thomas' *Arithmomètre* - nicht schlicht arithmetischer Maschinismus; keine isolierte Frucht aus dem ideengeschichtlichen Himmel, sondern Glied in einer eher losen denn

festen Kopplung logischer und technischer Entwicklungen beim Versuch, kognitive Operationen Maschinen zu übergeben. Mit Karsakofs Entwurf damit epistemologisches Tuch faßbar, in das - gleichsam aus dem Jacquard-Webstuhl - der Drang zum Digitalen selbst eingewebt

## **Alphabetische Maschinen**

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

- bilden Buchstaben etwas, das "nicht mehr der Art nach in Verschiedenartiges teilbar ist" = Aristoteles, *Metaphysik* 1014a; vokalphabetische Analyse poetischer Sprache (Homers Prosodie) wird medienaktiv (und damit Bestandteil von Mediengeschichte als -archäologie im engeren Sinne), sobald sie selbst synthetisiert - Aristoteles' Syllogistik und die logische Maschine Raymond Lulls

## **Ramon Lullus, ca. 1232-1316**

- verfaßt Ramon Llull 1308 seine *Ars brevis* als Kurzversion der *Ars generalis ultima*; ist Lulls *Ars* anders als die Turing-Maschine eine auf aktive Partizipation des Lesers angewiesene Anordnung ("kalt" im Sinne McLuhans): keine sterile Wundermaschine, die ihrem Anwender ohne dessen Zutun die Geheimnisse der Wirklichkeit erschließt, <...> / sondern erfordert neben einer gewissen Virtuosität im Umgang mit ihren Prinzipien und Figuren die persönliche geistige Anteilnahme und Anstrengung ihres Anwenders."<sup>6</sup>

- Indem Lullus ein eigentliches logisches Verfahren (Aristoteles' Syllogismus) in tatsächlicher Hardware mechanisiert (und sei es Buchpapier, in Kreisen drehbar), wird eine Begriffskombinatorik mechanisiert und generiert auf formalem Weg nach eigenem Recht (nach technischer Eigenlogik, also Technologie) sinnvolle Begriffskombinationen; wird aus Logik Technologie

- träumt Stéphane Mallarmé von einem Buch der Bücher, dessen verschiedene Teile jeweils mit einem Buchstaben, einem Wort, einem Satz beginnen, die einer Kombinatoriksystem unterliegen; unklar bleibt, ob hiermit verborgene Beziehungen offengelegt werden sollen (wäre die Buchmaschine ein aktiver Medienarchäologe), oder ob Bedeutungen (im Sinne Lacans) erst durch die maschinale Insistenz der Buchstabenkombinatorik selbst generiert; kann sich zwar der Dichter

---

<sup>6</sup> Einführung, in: Raimundus Lullus, *Ars brevis* (lateinisch-deutsch), übers. mit e. Einf. hg. v. Alexander Fidora, Hamburg (meiner) 1999, XXX f.

Mallarmé als Sprach-Ingenieur verstehen, der über einen Mechanismus verfügt<sup>7</sup>, denkt jedoch das Maschinische nicht wirklich technologisch, nicht im Sinne der Hochzeit von Symbolen und Maschine namens Computer.

- setzt John Cage den Zufall (durch Würfelwurf etwa) beim Komponieren ein, um sich von der eigenen Subjektivität zu entlasten; inspiriert hierfür durch das chinesische I-Ging, das Leibniz zu seiner binären Theosophie von Null und Eins inspiriert und theologisch damit auch beschränkt

- in Altgriechenland die Zahl noch in den Kosmos des Vokalalphabets eingebunden, mit allen epistemischen Chancen und Beschränkungen; kann die Zahl erst mit dem arabischen Ziffernsystem in einem Stellensystem in den Rang kombinatorischer Operationen treten, wie aus der Syllogistik vertraut. Alphanumerik aber ist Lull noch fremd, ebenso wie die damit in Bedingung stehende Null als Wert im Stellenwertsystem; macht Francis Bacon 1620 den Vorschlag für ein Binäralphabet, mit dem sich Buchstaben als Zahlenwerte kodieren lassen. Wenn alle Lettern mit den kombinierten Ziffern 0 und 1 notierbar, läßt sich umgekehrt mit Lettern rechnen; hinter dem vordergründigen Zweck von Bacons Technik, der Kryptographie, schreibt sich hier eine neue *epistemé*

- Werner Künzel / Heiko Cornelius, *Die Ars generalis ultima* des Raymundus Lullus. Studien zu einem geheimen Ursprung der Computertheorie, 5., bearb. u. erw. Aufl. Berlin (Ed. Künzel) 1991; sucht Lull durch mechanisierte Verfahren herauszufinden, was wahr und was nicht wahr ist; kombinatorische Prozedur und mechanisches Artefakt als Methode

- Karsakofs Entwurf einer Ideenmaschine 1832, die ebenfalls keine Rechenmaschine darstellt, sondern eine begriffslogische Kombinatorik leistet

- Lullus schreibt von "machina"; fixierte Scheibe mit 16 Attributen Gottes (qualitativ), am Rand aufgeschrieben. schmalere Scheibe rotiert um dasselbe Zentrum; eine Verdopplung der festen Scheibe. Damit alle Kombinationen von Gotteigenschaften ablesbar; Ringe tatsächlich auch im Buch gebaut; Begriffe durch Buchstaben abgekürzt; z. T. aus Pergament, z. T. aus Metall

- syllogistisches Prinzip eine vor-algorithmische Prozedur, aber logische Maschine. Mechanisierung oder Maschinisierung? Rameau (Ramus), Topik-Maschine

"Lull's contribution to atomism was to invent the first device for mechanically calculating combinations of a few basic terms" = Burks / Burks 1989: 327; epistemologische Bedingung für die Denkbarkeit dieses Modells Atomistik (Demokrit), und Alphabet (*stoicheia*)

---

<sup>7</sup> Frei formuliert nach Hili Perlson, Studierende der Medienwissenschaft an der HU Berlin, Essay "Medienarchäologie und die Tanznotationssysteme: eine vergleichende Analyse" zur Vorlesung *Mediengeschichte als Medienarchäologie* (SS 2005)

## Symbolische Maschinen, algebraische Notation

- "symbolische Maschine" (mit Jacques Lacan) die "erste Maschine", die auf leeren Platzhaltern basiert = Friedrich Kittler, *Geschichte der Kommunikationemedien*, in: *Raum und Verfahren*, Basel 1993, 169-188 (183 u. 186)

- verfaßt Charles Babbage 1826 seine Schrift *On a method of Expressing by signs the action of machinery* - weit jenseits von Degerandos *Essai sur les idées*; beschreibt Reuleaux Babbages Zeichensystem in seiner *Kinematik I* (1875) als eine Art "Notenschrift" <246> mit der Grundform "Tabelle". Für die Analytical Engine sind in den Zeilen die beweglichen und unbeweglichen Teile der Maschine eingetragen, in den Spalten für jedes der Maschinenteile u. a. die Zeit, "getaktet in einer unbegrenzten Reihe von Spalten. <...> Ihre entscheidenden Terme aber, die Bewegungsformen der Teile zu einem bestimmten Zeitpunkt" - mithin zeitkritisch -, "seinen (Babbages Anspruch zum Hohn) lediglich alltagssprachlich beschrieben: *durch die gewöhnliche Schrift und Redeweise*. <...> Mit anderen Worten: Babbages Notation is temporal, aber nicht modular."<sup>8</sup>

- Babbages symbolischer Maschinennotation; mit Begriff "symbolische Maschine" (Krämer) der diskrete Computer nicht vollständig erfaßt; vielmehr eine *symbolisch getakte Zeitmaschine*

## Albertis Kryptographie

- antike Kryptographie (Cäsar) simple Verrückung des Alphabets um je einen Buchstaben; zählt Alberti demgegenüber die Häufigkeit aller einzelnen Buchstaben in Klartexten aus, um sie mit den Buchstabenhäufigkeiten im Kryptogramm zu vergleichen; "übertrug das elementare Prinzip von Gutenbergs Setzerkästen, die ja für häufige Buchstaben mehr Bleilettern als für seltene bereitstellen müssen und insofern immer schon Letternfrequenzanalysen sind" = Friedrich Kittler, *Buch und Perspektive*, in: Joachim Knappe / Hermann-Arndt Riethmüller (Hg.), *Perspektiven der Buch- und Kommunikationsgeschichte*, Tübingen (Osiander) 2000, 19-31 (21); konstruiert Alberti vielmehr zwei konzentrische Ringe, die beide mit unterschiedlich verwürfelten alphabeten beschriftet waren, so daß jede Drehung des äußeren Rings die Zuordnung zwischen den zwei Alphabeten veränderte. "Worauf der Geheimschreiber nur noch eine aktuelle Zuordnung ablesen und niederschreiben, gleich darauf aber den äußeren Ring um eine Stelle weiterrücken mußte" = Kittler ebd., 22

## Leibniz 1646-1716

---

<sup>8</sup> Berz 0815: 176, unter Bezug auf: Reuleaux, *Kinematik I*: 246

- beruft sich Leibniz auf Lullus in seiner *Dissertatio de Arte Combinatoria* (1666). Praktisch wird dieses Denktraining in seiner Vierspezies-Rechenmaschine von 1673; eine auf dem binären Zahlensystem beruhende Rechenmaschine bleibt Theorie

- plant Leibniz eine universale Sprache, in der Ideen und Aussagen algebraisch ausgesagt werden können; soll auf Primzahlen basierten, da die nicht weiter dekomponiert werden können; damit also alle Basiskonzepte ausdrücken

- kann jede Aussage durch algebraisch-arithmetische Sprache als Formel ausgedrückt werden / formulas could be transformed computationally, so that logical reasoning would be reduced to arithmetic computation

- Leibniz' Dyadik (Reduktion von Dekadik), binäres Rechnen "Apotheose des Stellenwertsystems" (Peter Berz)

- Antwort auf Hardware-Problem seiner Rechenmaschine feinmechanische Staffelwalze, um Übertrag zu lösen; mechanische Unschärfe durch Diskretisierung weitgehend in Bereich der "non-reality" (Wiener) verbannt

- Leibniz' Entwurf einer auf binäre Operationen reduzierte Rechenmaschine ist im Paderborner Heinz-Nixdorf-Museum aufgrund einer Leibniz-Zeichnung tatsächlich gebaut

- Alles Denken als Zeichenoperationen, "whether these characters be words or symbols or pictures. ... if we could find characters or signs appropriate for expressing all our thoughts as definitely and as exactly as arithmetic expresses numbers or geometrical analysis expresses lines, we could in all subjects in so far as they are amenable to reasoning" - Turings Frage nach Berechenbarkeit - "accomplish what is done in Arithmetic and Geometry. For all inquiries which depend on reasoning would be performed by the transposition of characters and by a kind of calculus, which would immediately facilitate the discovery of beautiful results. <...> And if someone would doubt my results, I should say to him: 'let us calculate, Sir,' and thus by taking to pen and ink" - Turings "Papiermaschine" -, "we should soon settle the question" = Leibniz (1673/1977: 337), zitiert nach Burks / Burks 1989: 328

- erweiterte Prothesentheorie: "Once the characteristic numbers of many ideas have been established, the human race will have a new organon, which will increase the power of the mind much more than the optic glass has aided the eyes, and will be as much superior to microscopes and telescopes as reason is superior to vision" = Leibniz 1673/1977: 396; zitiert nach Alice R. Burks / Arthur W. Burks, *The First Electronic Computer. The Atanasoff Story*, Ann Arbor (University of Michigan Press) 1989, 329

## **Condillacs Sprache des Kalküls**

- besteht Wahrheit für Condillacs *Langue des Calculs* nur in den innerhalb

des Denkens durch Zeichen ausdrückbaren Gleichungen = Wilhelm Windelband, Lehrbuch der Geschichte der Philosophie, Tübingen (4. Aufl.) 1907, 400

- "Mais si l'expérience prouvoit que l'homme ne peut penser qu'à l'aide des signes, il est manifeste que dans ce cas les idées innées aussi supposeraient le secours des signes. Or l'expérience nous prouve que nous ne pensons jamais qu'à l'aide des signes: tout homme qui pense, pense dans une langue quelconque, celle qui lui est la plus familière, (ordinairement sa langue maternelle); en sorte qu'on peut dire avec vérité que la meilleure preuve qu'on possède parfaitement une langue, c'est de pouvoir penser en cette langue sans la traduire en soi-même. Et l'on n'objectera pas que le mathématicien peut penser une formule algébrique immédiatement, sans employer aucun mot, sans se dire à soi-même plus, moins, multiplié, divisé, égal; car il ne peut penser sa formule sans les signes +, -, = &c. Donc supposé qu'il y ait des idées innées, elles ne peuvent être présentes à l'esprit sans le secours des signes" = F. de Castillon, MÉMOIRE touchant l'influence des Signes sur la formation des Idées, in: Mémoires de l'Académie Royale des sciences et Belles-Lettres, classe de philosophie spécul., 1799/1800, 3-28 (11)

- korrelieren *sentir / penser* mit "la présence immédiate de l'objet, & l'autre sa présence médiante, ou par le moyen d'un signe. <...> Donc penser doit signifier la présence médiante d'un objet, la présence non de l'objet même, mais d'un signe qui en tient lieu. <...> Tout être pensant doit pouvoir penser le néant ou le rien, c'est-à-dire l'absence sinon par un signe, par quelque chose qui tienne lieu de cette absence?" = 12

- basiert Condillacs posthum (1798) publizierte *Langue des calculs* auf einer Theorie der Zeichen (*signes*); heißt Denken demnach *décomposition des phénomènes* und *composition des idées*: dazu erforderliche Isolierung der Bestandteile allein mit Hilfe verkörperter Zeichen, etwa als Sprache möglich; verschiedene Arten der Zeichen resultieren in verschiedenen Dialekten; unterscheidet Condillac Finger (Gebärden), Lautsprache, Ziffern, Buchstaben und die Zeichen der Infinitesimalrechnung; Logik als Grammatik dieser Sprachen

- *computare*: "Diese Methode ...> macht aus dem Denken ein Rechnen mit nur gegebenen Größen. Dabei lehnt sie jeden Gedanken einer Beziehung dieser Daten auf die metaphysische Realität ab <...>. Die menschliche Ideenwelt wird vollständig in sich isoliert <Autopoiesis>, und Wahrheit besteht nur in den innerhalb des Denkens durch die 'Zeichen' ausdrückbaren Gleichungen" = Wilhelm Windelband, Lehrbuch der Geschichte der Philosophie, Tübingen 1907, 400

- Arithmeum Bonn: dort Mechaniker, der antike Rechenmaschinen zurückbaut / repliziert

## **Babbage, Peirce, Karsakov**

- bezieht sich Peirce auf Lulls Kombinatorik und Leibniz' Plan, alle Gedanken auf Mathematik zu reduzieren, die ihrerseits auf wahr/falsch-Entscheidungen reduziert werden kann, durch manuelle Kalkulation; Peirce vertraut mit Babbages Plänen einer Analytic Engine als "general-purpose programmable computer". Peirce "realized that his own relational logic was a bridge between truth-function logic and mathematics" = Burks / Burks

1989: 346; Difference Engine 1822; Analytical Engine von 1833/34

- sucht Peirce Elektromagnetismus zur Lösung mathematischer Probleme zu nutzen; "one would then have an electrical analytical engine" = 347

- included Marguard's circuit diagram both switching and memory

- realisiert Hollerith dann den elektrisch programmierbaren Rechner

- altgriechische Leistung, "daß sich die Symbole des Alphabets von ihrer phonetischen Funktion trennen und als ein System zur Klassifikation, Speicherung und zum Abrufen von Information nutzen lassen" = Postman 1992: 119; Charles Babbages Erkenntnis von 1833, daß Rechenmaschinen nicht nur arithmetische Operationen durchführen können, sondern sich programmieren lassen; gab ihm "Mechanisierung numerischer Operationen auch ein Mittel für den Umgang mit nicht-numerischen Symbolen an die Hand" = ebd.

- Analytical Engine speicherprogrammierbar und in der Lage, bedingte Verzweigungen zu rechnen; maschinale Rückkopplung: da Lochkarten im Rechenprozeß von der Maschine selbst gestanzt, bemerkt sie selbst, ob fehlerhaft programmiert

- Karsakovs Verfahren einer mit gelochten Tafeln gesteuerten Maschine; Datenverarbeitung zum Zweck von *intelligence*; stellt zeitgleich zur Veröffentlichung von Karsakovs Entwurf einer begriffsvergleichenden Maschine Charles Babbage in England seine *Analytical Machine* vor; basiert auf Dateneingabe und -(zwischen)speicherung durch Lochkarten und teilt damit eine wesentliche Eigenschaft mit Karsakovs Maschine: binäre Logik des Einrastens oder Nicht-Einrastens mechanisierter Information

- Prozessierung der Daten bei Babbage keine kombinatorisch-mechanische (bleibt Karsakov verfangen im mechanistischen Weltbild der Rechenmaschinen), sondern eine logische, speicherprogrammierbare; dazwischen Welten

- Ketten in Jacquard-Webstuhl durch Mustersteuerung gehoben; eskaliert zu weiterer Version: ganze Maschinenteile gehoben durch Steuerung, wie der Rechenmechanismus in Babbages *Difference Engine*

## **Die Lochkarte als Speichermedium**

- verkündet Semen Nikolajevich Karsakov aus der Statistik-Abteilung des russischen Polizei-Ministeriums in St. Petersburg 1832, als Mechanik noch zur angewandten Mathematik zählt, unabhängig von Charles Babbage, der mit seiner *Analytical Engine* in England den Vorläufer des Digitalcomputers konzipiert, eine Maschine „zum Vergleich von Ideen“; lochkartenbasierte Apparatur für automatisierten Datenabgleich; Gellius N. Povarov, Machines for the comparison of philosophic ideas, in: Georg Trogemann / W. E. / Alexander Nitussov (Hg.), Computing in Russia. The history of computer devices and information technology

revealed, Braunschweig (Vieweg) 2001; voneinander wissend oder nicht; Varianten Jacquard-Webstuhl, der lochkartenbasiert Muster in Stoffe zu weben weiß. Ganz protodigitaler Raum, differenziert das Loch als Speicherstelle nicht zwischen Text-, Bild- oder Toninformation (das Prinzip der Musikautomaten); fungiert als Element der Speicherung in der Notenrolle des mechanischen Klaviers die Lochung eines Papierstreifens; Speicherung von Morsezeichen in Lochstreifen bei der maschinellen Telegraphie = Festschrift zur 25-Jahrfeier der Deutschen Hollerith Maschinen Gesellschaft, Berlin 1935, Kapitel "Die Lochkarte als Träger des Hollerith-Verfahrens", 83 ff. (84); Filmlochkarte als Träger für einen Mikrofilmabschnitt schließlich macht Datenmengen als Bilder sortierbar - ein Übergangsspeichermedium, medienarchäologisch betrachtet

- „Wir haben das Orwell-Jahr 1984 erreicht. Orwellsche Zustände setzen unter anderem auch Computertechnologie voraus“ = Vorwort Hans Herbert Schulze, rororo-Computerlexikon, Reinbek b. Hamburg (Rowohlt) 1984

- Differenz von Archiv und Sortierung, von Speicher und Klassifizierung; von Foerster, Mead und Teuber illustrieren es anhand des Speichermediums Lochkarte und anhand der Genetik, die von Mendel her sich bis zur Kryptographie schreibt: "The improbable distribution of slots in a slotted card, or the improbable arrangement of nucleic acids in the highly specific pattern of a gene - both can be considered "coded" information - the one decoded in the course of a technical (cultural) process, the other in the course of embryogeny. In both instances <...> we are faced, not only with carriers of information but with powerful mechanisms of control: the slotted card can control a long series of processes in a plant, without itself furnishing any of the requisite energy; the gene, as an organic template, somehow provides for its own reproduction and governs the building of a multicellular organism from a single cell. <...> Such rearrangement may indeed be similar to the difference brought about by the transposing of digits in numbers, 724 to 472, or by transposing letters in words such as art and rat" = Heinz von Foerster, Margaret Mead u. Hans Lukas Teuber, A note by the Editors, in: Cybernetics. Circular Causal and Feedback Mechanisms in Biological and Social Systems (Transactions of the Ninth Conference), New York (Josiah Macy Foundation) 1953, xi-xx (xiii)

- Segmentiert und diskret verarbeitet, werden Zitate aus dem Zettelkasten der Medienarchäologie selbst einem *data processing* im Sinne der Kybernetik von Lochkartenmaschinen unterzogen: "Man kann die Lochkarte gewiß als ein Steuerelement für einzelne Maschinen auffassen, sogar als ein Element - ein Organ dieser Maschinen selbst. Aber das ist eine rein technische Auffassung und eine sehr einseitige <...>. Es ist noch so, daß die Lochkarte für die Maschinen da ist, sondern umgekehrt, die Maschinen sind für die Lochkarte da. Die Lochkarte erschuf die Maschinen; sie war die Keimzelle <...>, und alles, was wir heute an technischen und organisatorischen Einzelheiten im Lochkartenverfahren haben, entwickelte sich organisch aus dieser Zelle" = Festschrift zur 25-Jahrfeier der Deutschen Hollerith Maschinen Gesellschaft, Berlin 1935, Kapitel "Die Lochkarte als Träger des Hollerith-Verfahrens", 83

## **Lochkartenmaschinen (Hollerith)**

- steuert Basile Bouchon 1725 einen Webstuhl durch Lochstreifen; 1728 entwickelt Falcon dies zur Lochkarte fort; bis daß 1801 Joseph Maria Jaquard das Verfahren massenhaft macht

- gibt es Momente, in denen medienhistorisches Wissen die Medienwissenschaft zu Kommentaren aus aktuellem Anlaß aufruft; war es der Fall bei der verzögerten Präsidentenwahl in den USA im Jahr 2000. Im Bundesstaat Florida Voten der Wähler auf Stimmzetteln damals noch direkt in Lochkarten gestanzt; Entscheidung zwischen den Präsidentschaftskandidaten Al Gore *versus* George W. Bush spitzte sich dabei auf eine Funktion der Hardware zu: Richter entschieden darüber, welche Rolle jene automatisierten Stimmauszählungen spielen, in denen Lochkarten figurieren und der Zählstift nicht immer das richtige Loch gefunden hat. Was durchscheint, ist ein Verfahren, das ein Jahrhundert zuvor Herman Hollerith für die aus den Fugen geratenen amerikanischen Volkszählungen entwickelt hatte; Ende des 19. Jahrhunderts nämlich drohte die Handauswertung der individuellen Formulare länger zu dauern als der Zeitraum bis zur nächsten Volkszählung; führte Hollerith die Lochkartenmaschine ein, inspiriert vom Ticketknipser in amerikanischen Zügen, wo die Entwertung der Fahrkarte zugleich mit einer internen Datenerhebung über das zugfahrende Publikum verbunden (in diesem Sinne "intelligence")

- gehört Lochkartenverarbeitung zur Archäologie mechanischer Formen der Informationsspeicherung, auch unter dem Aspekt von Multimedia. Es wurden nämlich nicht nur statistische Daten, sondern etwa auch Töne auf diese Art gespeichert, und Bewegungen, etwa für jenen mechanischen Vogel im Käfig, der singt und nickt

- dienten Lochkarten als invasive Schreibfläche, als Eingabemedium für die ersten Programmierer von Computern mit höchster Sorgfalt, denn im Unterschied zur Fehlertoleranz amerikanischer Wahlen im Bundesstaats Florida führt schon *ein* fehlerhaft gestanztes Bit zum Scheitern des ganzen Programms; katastrophale Konsequenzen nicht nur für Programme, sondern die Technologie selbst: 5000 Volmatic-Wahlmaschinen aus Florida nach dem Desaster über das Aktionshaus eBay versteigert, um inzwischen durch Computer ersetzt zu werden = Meldung in: Die Zeit Nr. 20 v. 10. Mai 2001, 35

- Hollerith zunächst Sachbearbeiter für Fabriaktionsstatistik; an US-Volkszählung 1880 bereits beteiligt; Idee von US-Zugtickets: weil kein Paßbild, bestimmte körperliche Merkmale auf Ticket gelocht

- in Hollerith-Maschine Löcher nicht nur zur Dateneingabe, sondern zugleich zur Steuerung der Maschine verwendet

- 23. Sept 1884 Patentanmeldung als "Art of compiling statistics"; erstes US-Datenverarbeitungspatent

- technischer Kunstgriff der elektromechanischen Datenverarbeitung bei Hollerith-Tabelliermaschinen im Abfühlmechanismus; bei Kontakt einer

stromleitenden Bürste mit dem Untergrund der Karte durch das jeweilige Loch schließt sich der Stromkreis und löst einen Zählimpuls aus; diese Logik der Karsakof-Maschine nicht fremd; dazwischen steht das elektromechanischen Dispositiv

- Zählwerke auf Schrank entsprechen in Anordnung den Löchern auf Lochkarte; zählen und sortieren

- nennt Hollerith seine Maschine eine "statistische Maschine" und steht damit Karsakofs polizeistatistischem Blick nahe, i. U. etwa zu Babbage "analytischer" Maschine

P- antograph-Locher mit eingelegter Lochkarte zur 11. US-Volkszählung 1890

## **Zwischen Differenzmechanismus und Analyse**

- Differenz zwischen *Difference Engine* und *Analytical Engine*; quer dazu der ganze Unterschied zwischen *engine* und *machine*. Babbages *Difference Engine* beruht auf dem Verfahren der finiten Differenzen, das mathematische Funktionen schrittweise in Additionen (auf)löst; realisiert damit eine Rechenmethode, um auf mathematischen Tafeln Zahlenfolgen fehlerfrei (unkorruptiert durch menschliche Rechen- und Druckfehler) anfertigen zu können

- zunächst Tafelspalte einstellen (per Hand ausrechnen); in weiteren Spalten Differenzen einstellen. Damit Formel, die gerechnet werden soll, festlegt; dann durch Kurbel Zahnräder ausrechnen, plus "Drucker"; tatsächlich gebaut. Differenzen der Spalten werden zueinander addiert

- findet sich in jedem IBM-Handbuch die Warnung, Maschinen nicht in kritischen Bereichen einzusetzen, weil immer Speicherzellen defekt sein können und damit Bits verlorengehen, trotz Reparatur-Bits; Betriebssysteme bemerkt dies nicht unbedingt

## **Die Difference Engine simuliert**

- "engine" gleich Maschine? hat die indistrielle Epoche der Moderne noch nicht das Vokabular für die ihr nachfolgende Epoche der informationsverarbeitenden Rechner gefunden. Begriffe aber setzen auch Denkhorizonte; Difference Engine bleibt nur für Antrieb im Reich der Thermodynamik, der Materie und der Energie; sollte eine Dampfmaschine den Rechner von Babbage antreiben, Rechenoperationen davon aber als symbolische Maschine abstrahiert; Begriff *engine* in das Design von Computerspielen verschoben und meint dort operative Module komplexer Software, welche die *agency* der Games erst in Gang setzen

- "Spiele am Rande der Berechenbarkeit" (Dissertation Philipp von Hilgers, publiziert)

- Software-*engines* inzwischen auch die medienarchäologische Ebene, auf der die Vorgeschichten des Computers *verhandelbar* werden - nicht mehr nur diskursiv, sondern operativ ("mediale Historiographien" im aktiven Sinn); auf einer inzwischen selbst schon zum medienarchäologischen Objekt, weil auf aktueller Hardware schon weitgehend un-lesbaren Bonus-Diskette Beilage zu Alan M. Turing, *Intelligence Service. Ausgewählte Schriften*, hg. v. B. J. Dotzler / F. A. Kittler, Berlin (Brinkmann & Bose) 1987, *Difference Engine No. 1* von Charles Babbage simuliert, deren Prototyp 1822 fertiggestellt: erstmals in Genealogie der Rechenmaschinen auf die Hintereinanderausführung ganzer Serien von Rechnungen angelegt; mechanisiert ein mathematisches Prinzip, die Differenzenmethode. Mit ihr lassen sich mathematische Folgen (etwa die Folge der Quadratzahlen) berechnen, insofern ihre Differenzen konstant bleiben; erfordert vormals den Ersatz der aufwendigsten, weil handrechenintensivsten und typographisch anspruchvollsten (weil fehlerintoleranten) Druckwerke seiner Zeit, etwa die logarithmischen Tafeln und Tabellen

- *Difference Engine* von 1822, wie schließlich auf der Weltausstellung 1862 zu sehen, kehrt in Dotzlers *Simulation* als abstrakte Maschine wieder: als Bild aus Zahlen, eher Diagramm denn Abbild, und doch eine verblüffend einfache Mimesis an das Original-Gestänge. Nach Aufruf des Programms werden zuerst die Anfangswerte eingegeben (in MS-DOS), die Werte der Tabellenzeile, ab der man die Tabelle berechnen will. "Nach jedem Druecken der Leertaste fuehrt die Maschine nun die aufeinanderfolgenden Additionen aus", heißt es im Disketten-Programm von Dotzlers *Simulation* - die es anschließend auch tut - womit ein solches Programm, im Unterschied zu gedruckten Büchern, tatsächlich mediendramatische Potenz hat

- medienepistemisch entscheidender Schritt um 1830 der von der Differenzmaschine zum speicherprogrammierbaren Universalrechner; trennt L. F. Menabrea in seinem gemeinsam mit Lady A. A. Lovelace verfaßten *Sketch of the Analytical Engine* (1843) den mechanisierbaren Bereich mathematischer Wissenschaft von demjenigen, "der in den Bereich des Verstehens fällt"<sup>9</sup>

- beschreibt Henry Colebrooke den Kippunkt an Babbages Rechner pointiert: "In other cases, mechanical devices have substituted machines for simpler tools or for bodily labour <...>. But the intention to which I am adverting <...> substitutes mechanical performance for an intellectual process. <...> Mr BABBAGE'S invention puts an engine in place of the computer" = Henry Thomas Colebrooke, *On Presenting the Gold Medal of the Astronomical Society to Charles Babbage*, in: *Memoirs of the Astronomical Society I* (1825), 509 f. - eine pikante Inversion des Begriffs "Computer". Zentral für die Verschränkung von Manufaktur und

---

<sup>9</sup> L. F. Menabrea / A. A. Lovelace, *Sketch of the Analytical Engine* (1843), dt. in: Werner Künzel, Charles Babbage. *Differenz-Maschinen. Exkurse zur Kartographie der technischen Kultur im 19. Jahrhundert*, Berlin (Ed. Künzel) 1991, 115

"denkender", also computierender Rechenmaschinen der Begriff *intelligence*: "The word refers both to signals received from without and to the capacity to register and interpret these signals. In early nineteenth-century Britain the word *intelligence* simultaneously embodied the growing system of social surveillance and the emerging mechanisation of natural philosophies of mind."<sup>10</sup>

- Babbage höchstselbst, 1838: "In substituting mechanism for the performance of operations hitherto executed by intellectual labour, <...> the analogy between these acts and the operations of the mind almost forced upon me the figurative employment of the same terms" = zitiert ebd., 207; schreibt Karsakof 1832 im Entwurf seiner Maschine von "opérations mécaniques de l'intelligence", nur daß im Französischen der moderne Nebensinn dieses Begriffs - nämlich militärische Aufklärung - fortfällt

- gehört Babbages Maschine bereits zum post-industriellen Zeitalter der Information, obgleich mit Dampf betrieben werden; Roman *The Difference Engine* von William Gibson (Autor *Neuromancer*) und Bruce Sterling, Initiator des archäologischen "dead media project"<sup>11</sup>

- hat Norbert Wiener das Kriterium benannt, welches das 20. Jahrhundert von der Epoche der Industrie trennt: Information ungleich Materie und Energie; in informationsverarbeitenden Maschinen zwar selbstredend noch Energieverbrauch, der aber bleibt unterhalb der Schwelle, wo er auf die Prozesse eingreift - von der entropischen Überhitzung der Hochleistungsprozessoren abgesehen, auch von den zu klimatisierenden Räumen, in denen stromintensiver Röhrenrechner ENIAC operierte

- meinen Rechenmaschinen unter hochtechnischen Bedingungen Maschine *plus* Logik. Babbage erfindet dementsprechend nicht nur einen materialen Mechanismus, sondern analog dazu ein Zeichensystem, um seine Maschine auf Papier stattfinden, und damit ihre Operativität tatsächlich nachvollziehen zu lassen: seine "Mechanische Notation"<sup>12</sup>. Hier *ist* diese Notation die Maschine, eine Papiermaschine im wahrsten Wortsinn, eine auf medienarchäologischer Ebene symbolische Maschine: "the symbolic level, on which the information is represented in terms of symbols that can be manipulated without taking into account their meaning."<sup>13</sup>

- beschreibt es auch Karsakof: "L'homme pense et ses actions sont machinales"; Sprache und Schrift "ne sont que des opérations mécaniques de l'intelligence" = Karsakof 1832: 1; was Karsakofs Maschine vom

---

<sup>10</sup> Simon Schaffer, Babbage's Intelligence. Calculating Engines and the Factory System, in: *Critical Inquiry* 21 (Autumn 1994), 203-227 (204)

<sup>11</sup> William Gibson / Bruce Sterling, *The Difference Engine*, London (Gollancz) 1990

<sup>12</sup> Charles Babbage, *Passagen aus einem Philosophenleben*, Berlin (Kadmos) 1997, Kapitel "Über die Mechanische Notation", 100

<sup>13</sup> Siehe P. Gärdenfors, *Conceptual Spaces*, Cambridge, Mass. (MIT Press) 1999

künftigen "general-purpose computer" unterscheidet, ist genau die Differenz, die zeitgleich Charles Babbages "Difference Engine" von der "Analytical Engine" unterscheidet: "The idea of a stored program, i. e. of a computer's activity being controlled by a program stored in its internal memory, along with the numerical quantities entering into the computation. At first great advantage was taken of the consequent ability of a program to read and modify itself during the course of a computation" = Randell 1975, Einleitung zu Kap. VIII

- vollzieht sich ein anderes Zeitverhalten; nonlineare Rückkopplung möglich *innerhalb* eines zeitkritischen Fensters, das (von Menschen) noch als Gegenwart empfunden wird (auch wenn die Rechenoperationen an und für sich weiterhin strikt linear ablaufen, ein Bit nach dem anderen, festgeschrieben in der von-Neumann-Architektur des Computers)

- dient ein Gedanke in Babbages Notizbüchern "of making an engine work out *algebraic* developments" der Mechanisierung von Mathematik als Abstraktion der Rechenmaschine; ersetzt Algebra abgezählte konkrete Mengen durch abstrakte Variablen; heißt zeitgleich das damals erfolgreichste Modell einer Rechenmaschine (von Thomas in Frankreich) noch *Arithmomètre*: rechnet buchstäblich mit nichts als Zahlen

- "I mean without *any* reference to the *value* of the letters. My notion is that as the cards (Jacquards) of the Calc. engine direct a series of operations and then recommence with the first so it might perhaps be possible to cause the same cards to punch others equivalent to any given number of repetitions. But there hole [their holes?] might perhaps be small pieces of formulae previously made by the first cards."<sup>14</sup>

- vergißt Medienarchäologie nie, daß sich auch mathematische Operationen immer in Materialitäten abspielen, mithin also in Hardware oder reale Körper implementiert werden müssen, um wirkungsmächtig zu sein

- verflüchtigt sich bisweilen im Realen, was im Symbolischen versprochen ist, wie eine antike Inschrift im verwitternden Stein

- "Musik" im Unterschied zur schieren Akustik, oder das Bild im Unterschied zu reinen Funktionen von x- und y-Koordinaten; Begründer der modernen symbolischen Logik, George Boole, hat es in *An investigation of the laws of thought* 1854 einleitend so beschrieben: „Our views of the science of Logic must materially influence, perhaps mainly determine, our opinions upon the nature of the intellectual faculties.“<sup>15</sup> Und Konrad Zuse schreibt später höchstselbst: "Die Relaismaschine war gewissermaßen von vornherein materialisierte Logik" = zitiert in Kaufmann 1974: 171

- im Kontext des sonstigen Gebrauchs des Aderverbs *material* bei Boole

---

<sup>14</sup> Babbage zitiert ebd. <???\>

<sup>15</sup> New York (Dover) 1854, Kapitel I (Nature and Design of this Work), 1-23 (22)

klar, daß diese logifizierten „intellectual faculties“ nur noch darauf warteten, maschinell implementiert zu werden - wie es kurz Semen Karsakov in St. Petersburg 1832 mit dem Design einer Lochkartengesteuerten *Machine à calculer des idées* skizziert hat; mit Computer tritt Medientheorie der Behauptung entgegen, Theorien hätten keine physische Realität. Auch das scheinbar Immaterielle der flüchtigen, zeitbasierten Musik seit Erfindung des mechanischen Klaviers massenhaft und in jeder Form technisch reproduzierbar geworden, gesteuert von Lochstreifen aus Papier, dem in der dynamisch sensiblen Variante des Welte-Pianolas das Einspiel eines professionellen Pianisten eingestanz war, wiedergegeben über eine pneumatisch gesteuerte Mechanik

- liegt im Begriff der physischen Realisierbarkeit schon die Mechanisierung als Spur angelegt; mit Novalis formuliert: „Die Theorie der Theorie ist Eins mit der Theorie der Praxis. Sie wird nur umgekehrt“ = Novalis, Werke, Tagebücher und Briefe Friedrich von Hardenbergs, hg. v. Hans-Joachim Mühl / Richard Samuel, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1999, Bd. II, Fichte-Studien, 55, Nr. 94, *alias* Computer

- medienepistemisch entscheidend, daß für Boole - wie später für die Nachrichtentheorie Claude Shannons - nicht die Semantik, sondern die Verknüpfung der Symbole buchstäblich *zählt* und damit rechenbar wird; Grenzen der Berechenbarkeit, wie sie Novalis in seinen Fichte-Studien formuliert: „Nie wird eine Theorie bestimmen können, ob Tugend oder Laster preferabler ist - sie kann nur ordnen - Denkformen aufstellen“ = Novalis 1999: Bd. 2, 168, Nr. 496

## **Hegel / Maschine**

- Mechanisierung von Denken / Wissen; syntaktische Funktion der Zeichen steht hier über der semantischen. "Die Abstraktion des Produciens macht das Arbeiten ferner immermehr *mechanisch* und damit am Ende fähig, daß der Mensch davon wegtreten und an seine Stelle die *Maschine* eintreten lassen kann" = Georg Wilhelm Friedrich Hegel, Grundlinien der Philosophie des Rechts, in: Sämtliche Werke, hg. v. Hermann Glockner, Bd. 7, Stuttgart - Bad Cannstatt 1964, § 198, 277 f.; sieht Hegel darin eine Provokation, da er Denken auf den Begriff und nicht auf die Maschine bringen möchte. In der Epoche, als Babbage bereits an seiner nicht mehr nur arithmetischen, sondern speicherprogrammierbaren *Analytical Engine* experimentiert, Hegels *Logik*: "Weil das Rechnen ein so sehr äußerliches und somit mechanisches Geschäft ist, haben sich Maschinen verfertigen lassen, welche die arithmetischen Operation aufs vollkommenste vollführen. Wenn man über die Natur des Rechnen nur diesen Umstand kennte, so läge darin die Entscheidung, was es mit dem Einfalle für eine Bewandnis hatte, das Rechnen zum Hauptbildungsmittel des Geistes zu machen und ihn auf die Folter, sich zur Maschine zu vervollkommen, zu legen" = G. W. F. Hegel, Wissenschaft der Logik, hg. Georg Lasson, Hamburg 1963, Bd. I, 212; Friedrich Kittler, Die Nacht der Substanz, Bern (Benteli) 1989, 29 f.

## George Boole

- veröffentlicht nach Hegels und kurz nach Karsakovs Tod Mathematiker und Physiker seinen Versuch, mathematische Logik zu mechanisieren: George Boole, *The Laws of Thought, on which are founded the mathematical theories of logic and probabilities* [1854], Nachdruck New York (Dover) 1958; Wahrheitstabellen; Kombination von Eingangswerten; legt damit die Grundlage für eine elektrotechnische Schaltungslogik, die nur zwei Zustände kennen und damit eindeutige Wahrheitswerte verkörpern können (aussagenlogisch, nicht semantisch); Kalkül als endliches System von Axiomen, die zusammen die Gesamtheit der Mathematik ergeben; Algorithmus; "limiting values 0 und 1" ( 17) meint gerade noch nicht die digitale Schaltung

- Physiker Paul Ehrenfest und seine Entwicklung einer symbolischen Logik als Papiermaschine: Franz et al. (Hg.) 2007: 317

- Charles S. Peirces "existential graph"; Wolfgang Schäffner, *Electric Graphs*. Charles Sanders Peirce und die Medien, in: Michael Franz / Wolfgang Schäffner / Bernhard Siegert / Robert Stockhammer (Hg.), *Electric Laokoon. Zeichen und Medien, von der Lochkarte zur Grammatologie*, Berlin (Akademie) 2007, 313-326

## William Stanley Jevons' "Logical piano"

-

- W. Stanley Jevons, *On the Mechanical Performance of Logical Inference*, in: *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, Bd. 160 (1870), 497-518; Abb. "The Logical Machine" vor Titelblatt von W. Stanley Jevons, *The Principles of Science. A treatise on Logic and Scientific Method*, 3rd ed. London (Macmillan) 1879; verfaßt Jevons 1875 *Money and the Mechanism of Exchanges*, über Gold-Deckung von Papiergeld

- heißt Jevons' "logisches Piano" allerdings in der Bildunterschrift "logical machine"; Begriff Klavier (aus lat. "clavis" = Schlüssel) benennt sowohl das Tonsystem wie die Instrumente, auf denen Tonsysteme darstellbar; antiker Begriff "organon" (Aristoteles)

- ursprünglich auf den Tasten ("claves") Buchstaben aufgemalt; Jevons' Aufsatz 1869/70 "On the mechanical performance of Logical Performance", mit techn. Zeichnung

- historische Musikautomaten; Tastatureingabe als Interface; Planchetten-Klavier; verfeinert zum gelochten Karton-Streifen als Informationsträger 1877 eingereicht bei Paul Ehrlich Patentamt Leipzig; mechanische Abtastung; antiker Aulos beruht auf einem Durchlaß durch Löcher; Trennung der Information vom Ereignis; auf der Flöte läßt sich keine logische Operation abspielen

Entwicklung einer "programmierbaren" Trompete mit gelochten Streifen,

die durch den pneumatischen Apparat hindurchgezogen werden

- Sirene, Helmholtzsche / gelochte Scheiben; mechanisches Orchestrion

- vor der Erfindung der Schallplatte allein pneumatische Klaviere (und das mechanische Orchestrion) in der Lage, Klänge aufzuzeichnen; Welte-Mignon-Flügel von 1904 im Unterschied zu Phonograph und Grammophon aber keine Aufzeichnung des Klang-Realen (akustisches Signal), sondern nach nahezu analoger Aufzeichnung durch diskrete Lochung letztendlich im diskret Symbolischen verbleibt; gestanzte Aufzeichnung durch Klavierspiel (bei diesem Interface) ermöglicht "logische" Notation und Reproduktion; versucht sich die Welte-Kino-Orgel ergänzend an naturgetreuen Klang-Effekten

- 21 Tasten; "Marquard's mechanical logic machine" nur noch 10 Tasten

- "We have presented these logic machines as syllogistic devices, involving the logic of classes <...>. But it is simpler to view them as truth-table machines, calculating the values of truth functions" = Alice R. Burks / Arthur W. Burks, *The First Electronic Computer. The Atanasoff Story*, Ann Arbor (University of Michigan Press) 1989, 337; Abb. Burks / Burks 1989: 336 Abb. 20 u. 338 Abb. 22

## **Gottlob Frege**

- hat sich Gottlob Frege an einer "Formelsprache des reinen Denkens" versucht, mit der er auch elektrische Schaltungen anschreibbar macht = Gottlob Frege, *Begriffsschrift. Eine der arithmetischen nachgebildete Formelsprache*, Halle (Nebert) 1879, iv u. 33; sieht Leibniz in den *Operationen der Vernunft* eine fortwährende Ersetzung von Symbolen - ob Worte, Zahlen oder Bilder. Lassen sich Charaktere finden, die alle Gedanken ebenso exakt auszudrücken vermögen wie Zahlen die Arithmetik und Linien die geometrische Analyse, läßt sich für alle der Vernunft zugänglichen Objekte (eine Turings Berechenbarkeitspostulat affine Einschränkung) das erzielen, was in Arithmetik und Geometrie schon praktiziert wird; können alle Fragen, die des Denkens bedürfen, durch Transformationen dieser universalen Symbolschrift in einem Kalkül behandelt und eleganten Lösungen zugeführt werden

## **Kosmos "Logikus"**

- von der Booleschen Logik zu ihrer Implementierung als Computer ein für Medienwerden entscheidender Schritt. Zwischen Boole und Karsakofs Maschine namentlich der Lerncomputer *Logikus* der Firma Kosmos; Rüdiger Ganslandt, *Der Spaghettiprozessor. Der Kosmos Logikus* (= Das Hardwaremuseum VIII), in: *Die Zeit* v. 10. November 1995; Argument darin: a) gerade weil Mathematik in der Schule nicht verstanden, hat das mechanische Rechnen fasziniert - die Deligierung des Rechnens als Formalisierung, der exteriorisierten Logik (nicht des Verstehens) an

## Maschinen

- eine medienarchäologische Situation vergangener Zukunft: Konfrontation einer künftigen Welt mit heutiger Epoche als einer, die zu programmieren verstand. Wenn die spezifischen Hardware-Bedingungen vergangen sein werden, kann das Programmieren von den Archäologen der Zukunft nur noch modellhaft nach-gedacht werden, buchstäblich auf Papier. Diesen Blick nimmt Medienarchäologie jetzt schon ein, also mit medienarchäologischer Distanz; wird damit selbst zur universalen symbolischen Maschine, imstande, das Programmieren zu simulieren, ohne es zu verstehen: Chinesisches Zimmer-Gedankenexperiment John Searle; geradezu eine medienarchäologische Grundbedingung

- Simon Schaffer, Babbage's Intelligence, in: *Critical Inquiry* 21 (1994), 204-227 (über "maschinale Intelligenz")

- Zuses Z1 von 1941: digital, aber nicht elektronisch, sondern auf der Basis klappernder Relais; handgekurbelt

- ergibt LOGIKUS durch Schalter-Stellung in Verbindung mit gesteckten Leitungen eine UND-Verbindung, Lampe leuchtet auf; Morse-Code; setzt Ganslandt den Computer am Ende ganz anders ein: "ein Programm aufzubauen, das nach Eingabe der Endungssilben lateinische Verbformen bestimmen konnte"; Einsatz von Korsakovs Maschine von 1832 als Cocktailbar-Mixer - eine universale Maschine

## Die Turing-Maschine

- Alan M. Turing, On computable numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem, in: *Proceedings of the London Mathematical Society* (2) 42 (1937); dt. in: ders., *Intelligence Service*, hg. v. Bernhard Dotzler / Friedrich Kittler, Berlin (Brinkmann & Bose) 1978, 17-60; Programmierung in der Turing-Maschine reduziert auf einfache Regeln

- Lese-/Schreibkopf gleichrangig nach links und rechts konzipiert, nicht wie die Schreibmaschine linear Farbband von links nach rechts; nicht linear wie Linkshänderschrift

- Alan Turing, *Computing Machinery and Intelligence*, in: *Mind* 59 (1950); Übersetzung in: Dotzler / Kittler (Hg.), *A. M. Turing. Intelligence Service. Schriften*, Berlin 1987

- Turing, *Intelligent Machinery. A Heretical Theory* [1959]: "Ein Mensch, ausgestattet mit Papier, Bleistift und Radiergumme sowie striker Disziplin unterworfen, ist in der Tat eine Universalmaschine. Eine derartige Kombination eines Menschen mit geschriebenen Instruktionen wird 'Papiermaschine' genannt"

- Peter Weibel, Von den Fähigkeiten der Menschen und Maschinen zur Symbolisation, in: *Katalog The First Europeans, 100-103*

- when humans calculate in mind, become a function of a formalistic procedure, in fact: a symbolical machine, not narratable any more
- Unterscheidung von Endlichkeit, potentieller und aktueller Unendlichkeit; "unendliches" Speicherband markiert die Differenz zwischen aktual und potentiell unendlich (Argument Alexander Firyn); Turing schreibt als Mathematiker, nicht als Ingenieur: von daher leichtfertig "unendliches" Band
- berechenbar ist, was sich auf einen Algorithmus zurückführen läßt; Entscheidungsproblem: gibt es ein allgemeines Verfahren der Berechenbarkeit / Lösung?
- steht Turings Text in einem diskursiven Feld: hat eine Antwortstruktur, bestimmte Funktionalität als Antwort auf das von David Hilbert gestellt Entscheidungsproblem
- weist Shannon später nach, daß jede Turing-Maschine durch ein Alphabet ersetzt werden kann, das nur mit zwei Zuständen arbeitet; denkt Shannon ingenieurmäßiger, hardwarebezogen, von der tatsächlich elektromechanisch realisierbaren Schaltlogik aus, daher binär; Turing nicht primär an Binarität interessiert; vorgelagerte primäre binäre Entscheidung Eintrag / Nicht-Eintrag
- Bleistift und Papier vonnöten; Turing-Maschine kann im Kopf "gebaut" und betrieben werden, bedarf auch dort einer imaginären Papier-Maschinerie als Speichermedium für Zwischendaten; daher niemals wirklich abstrakt.
- gibt einen Takt, der bestimmt, daß Maschine stets in einem bestimmten Zustand; gibt Quarz im Computer Takt vor für an/aus-Operationen, meint aber nicht "Zeit" im ephantischen Sinne: "clock" (Zeichnung Turing-Maschine nach Manovich) im Sinne von Takt; Diagramm von Manovich zeigt unter dem Titel "clock" nur den Zustand an
- Differenz der Turing-Maschine zu früheren Maschinen: zu einer echten Rekursion fähig; Problem, daß Tabellen keine Rekursion haben, vergleichbar dem Unterschied zwischen Babbages *Difference Engine* und seiner geplanten *Analytical Engine*
- "user" muß praktisch im Maschinencode programmieren
- Marvin Minsky, Computation
- Halteproblem, Entscheidungsproblem verunmöglichen den Wunsch nach einer Maschine, die Programme zu beliebigen Problemen generiert; Vermutung, daß es die gesuchte Maschine dazu geben muß; schließlich nachweisbar keine Maschine findbar, die den Sieger unter dieversen Kandidaten findet (Hinweis Manuel Bonik); erst als tatsächlich gebaute die Turing-Maschine ein Think-Thing (i. S. Boniks)

## Die emulierte Turing-Maschine

- Veranschaulichung der Turing-Maschine als Tonband in Schüler-Duden *Informatik*; Simulation statt Emulation, da die Maschine in diesem Moment eine Turing-Maschine *ist*; David Moises, Installation *Turing-Train*

- macht die tatsächlich gebaute Maschine Unterschied gegenüber der Blaupause; Simulation im Unterschied zur operativen Diagrammatik als funktionaler Emulation: Operationen werden real zeitkritisch; auf Papier spielt Zeit keine entscheidende Rolle

## Schreib-Maschinen: Operationen im Symbolischen

- nennt Friedrich Nietzsche seine Schreibkugel eine "Menschmaschine"

- anachronistischen Medienreihenfolge in Kittlers Titel *Grammophon - Film*  
- *Typewriter* (welche auch von Lacans notorischem "SRI" abschweicht): Schreibmaschine figuriert hier thematisch zuletzt, weil sie in ihrer Folge den Bogen schlägt zum (alphanumerischen) Computer - als Rückkehr (Rekursion) des Symbolischen im elektrotechnisch Realen der Maschine

- das Symbolische von Buchstaben und Zahlen als "eine Welt der Rechenmaschinen" = Kittler 1986: 248; die symbolische Ordnung als Schrift und Struktur des Archivs; das Reale "in seinen Zufallsreihen" (stochastisch / Anarchiv); ist es der intellektuelle Kunstgriff in Turings Papier "On Computable Numbers" von 1936, daß er die realen Zahlen mit seiner symbolischen Maschine als berechenbar erklärt. "The symbolic now encompasses linguistic signs in their materiality and technicity. That is to say, letters and ciphers form a finite set without taking into account philosophical dreams of infinity. What counts are differences, or, in the language of the typewriter, the spaces between the elements of a system. For that reason, Lacan designates 'the world of the symbolic as the world of the machine'" = Kittler 1999: 15, unter Bezug auf: Lacan 1978/1988b = Jacques Lacan, 1978: *The Four Fundamental Concepts of Psychoanalysis*. Ed. Jacques-Alain Miller, trans. Alan Sheridan, New York

- *The Seminar of Jacques Lacan. Book II: The Ego in Freud's Theory and in the Technique of Psychoanalysis 1954-55*, trans. Sylvana Tomaselli. New York 1988

- Cassirer: menschliche Intuition zeichnet sich durch Symbolgebrauch aus

- „Die computertechnische *Theorie* erlangte erst nach der Entwicklung der *Maschine* Einfluß. Weshalb diese Umkehrung der historischen Reihenfolge?" = Douwe Draaisma, *Die Metaphernmaschine. Eine Geschichte des Gedächtnisses*, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1999, 165; zunächst Turings theoretischer Entwurf von 1936 "On Computable Numbers" als mathematisches Traktat, dann der real gebaute Computer Colossus. „Was bot die Maschine,

das die Theorie nicht bieten konnte?" = ebd.

- Computer eine symbolverarbeitende Maschine und / oder bloße Mechanik, dessen Operationen mit Signalen als bezeichnete Symbole bezeichnend interpretiert werden

## Denk-Maschinen

- resultiert Turings Antwort auf ein metamathematisches Problem (*Entscheidungsproblem*) in einer Theoriemaschine, die Turing-Maschine, die jedoch erst in ihrer technischen Implementierung zunächst in Bletchley Park (Colossus), dann in der modifizierten von-Neumann-Architektur epochal wirkungsmächtig wird; Betonung des technomathematisch Machbaren für Medienwissenschaft wesentlich; wird hier äußerst konkret, was die Griechen ausdrücklich *mechaniké téchne* nannten und Hegel in seinen *Jenaer Systementwürfen* als die „abstrakte äußere Tätigkeit“ in Raum und Zeit definiert

- medien- und nachrichtentechnischer "Erfolg der Mathematik beruht auf der Trennung von Syntax und Semantik"<sup>16</sup> - ein riskanter Spagat

- hat Hegel zunächst einen physikalischen, dann einen übertragen(d)en Medienbegriff: "Im Körperlichen hat das *Wasser* die Funktion dieses Mediums; im Geistigen, sofern in ihm das Analogon eines solches Verhältnisses stattfindet, ist das *Zeichen* überhaupt und näher die *Sprache* dafür anzusehen"<sup>17</sup> - Symbolverarbeitung als Funktion des Mediums, als alphabetisierte Denkoporation

- Hegels Verhältnis zu dem, was heute technomathematische Maschinen sind, zunächst im diametralen Gegensatz zu dem, was zeitgleich Babbage mit seiner Analytical Engine konzipiert; kommt mit Shannons Nachrichtenmedientheorie - anders als je zuvor (von Hegel) gesehen - das Rauschen ins Spiel, das keine Anleihen in der Sprache und ihrer Semantiken mehr macht. Bezüglich der symbolischen Mechanisierung von Gedanken aber sieht es anders aus.

- weigerte sich Hegel, "für den Ausdruck der Gedanken ein solches widerspenstiges und inadäquates Medium, als Raumfiguren und Zahlen sind, gebrauchen zu wollen und dieselben gewaltsam zu diesem Behufe zu behandeln"<sup>18</sup>

---

<sup>16</sup> Bettina Heintz, Die Intransparenz der Zeichen. Mathematik, Kunst und Kommunikation, in: Jörg Huber / Martin Heller (Hg.), Konturen des Unentschiedenen. Interventionen, Basel / Frankfurt a. M. (Stroemfeld) 1997, 109-128 (109)

<sup>17</sup>

Ders., ebd., Bd. 6: Wissenschaft der Logik, Frankfurt/M. 1986, 431

<sup>18</sup> G. W. F. Hegel, Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften, Zweiter Teil, Die Naturphilosophie, § 259

- insistiert die Frage, inwiefern "das philosophische Denken selbst ein maschinelles Denken, ein Denken der Maschine im genitivus subjektivus"<sup>19</sup> ist - also formalisierbar im Sinne von Sybille Krämer 1988; medienarchäologische Denkweise steht auf Seiten dieser Vermutung

- ist ein technisches Medium, was Signale im Durchgang aufscheinen und verlauten oder sich rechnen läßt. Gegenüber einer inhaltistischen Analyse von Radio als Programmformat der medienarchäologische Stolz des Radios als Apparatur: "Der *Pflug* ist ehrenvoller, als unmittelbar die Genüsse sind, welche durch ihn bereitet werden, und die Zwecke sind. Das *Werkzeug* erhält sich, während die unmittelbaren Genüsse vergehn und vergessen werden."<sup>20</sup> Diesem Gedanken hat Lenin seine Notiz "Hegel und der historische Materialismus" gewidmet.

- Maschinen(an)teil eines Denkprozesses ist das Algorithmische, wo der Weg das Ziel ist, also eine technologische Form von "Methode"; haben Descartes und Gödel die Frage nach Wahrheit durch die nach der Plausibilität der Argumentation ersetzt.

- definiert Hegel in seiner *Wissenschaft der Logik* das (syllogistische) "Mittel" - den *terminus medius* - als einen nahezu algorithmischen Mechanismus der logischen Argumentation: "Das *Mittel* aber ist die äußerliche Mitte des Schlusses, welcher die Ausführung des Zweckes ist; an demselben gibt sich daher die Vernünftigkeit in ihm als solche kund, in *diesem äußerlichen Andern* und gerade *durch* diese Äußerlichkeit sich zu erhalten."<sup>21</sup>

- definiert G. W. F. Hegel 1802/03 die Maschine als eine Veräußerlichung der Arbeit. Sie geht durch das Mit-sich-selbst-identisch-Sein, das aber im Zeitvollzug differenziert ist, über das Werkzeug hinaus: "In dieser Abstumpfung der mechanischen Arbeit liegt [...] unmittelbar die Möglichkeit, sich ganz von ihr abzutrennen; weil die Arbeit ganz quantitativ ohne Mannigfaltigkeit ist [...]; es kommt nur darauf [an], ein ebenfalls totes Prinzip der Bewegung für dasselbe zu finden, eine sich differenzierende Gewalt der Natur, wie die Bewegung des Wassers, des Windes, des Dampfes usw., und das Werkzeug geht in die Maschine über, indem die Unruhe des Subjektiven, des Begriffs, selbst außer dem Subjekt gesetzt wird."<sup>22</sup>

- dieser klaren Analyse gegenüber Hegels bizarre Definition von Elektrizität; verpaßt die Hochzeit von Elektronik und Mathematik

- Hegels dialektische Philosophie, in welcher sich These und Antithese in

<sup>19</sup> Werner Künzel, Charles Babbage. Differenz-Maschine, Berlin 1991, 21

<sup>20</sup> Zitiert nach: Martin Fontius, Kapitel xxx, in: Günther Klotz / Winfried Schröder / Peter Weber (Hg.), Literatur im Epochenumbruch, Berlin / Weimar (Aufbau) 1977, 527

<sup>21</sup> Zitiert nach: Martin Fontius, Kapitel xxx, in: Günther Klotz / Winfried Schröder / Peter Weber (Hg.), Literatur im Epochenumbruch, Berlin / Weimar (Aufbau) 1977, 527

<sup>22</sup> Hegel, Georg Wilhelm: Friedrich: System der Sittlichkeit [Critik des Fichteschen Naturrechts], hg. v. Horst D. Brandt, Hamburg 2002, 20f

dreifacher Weise zur Synthese aufheben: Sie werden "empor gehoben", sie "suspendieren" sich dabei gegenseitig und sie werden "bewahrt" - also ein dreifaches Verständnis von "Aufhebung"

- vergleicht Hegel das "leere Subjekt" mit der Flüchtigkeit des Tons, der nur in seiner zeitlichen Verlaufsweise existiert, sich zugleich auch darin erschöpft - bis daß signalspeichernde Analogmedien und digitales Sampling dieser Flüchtigkeit beikommen. In diesem temporalisierten "Tonfall" verkündet sich die privilegierte Nähe von hochtechnischen und sonischen Prozessen.

- kommt das Rechnen im algorithmengetriebenen Digitalcomputer zu sich: "Mechanisierung des Geistes und Vergeistigung der Materie fallen seitdem zusammen."<sup>23</sup>

- Grenzen der Reichweite medienwissenschaftlicher Epistemologie liegen in ihrer *Erdung* durch tatsächliche Medienprozesse

- "Elektromagnetische Relais der ersten Digitalcomputer kannten [...] nur die Zustände *ein* und *aus*, waren also inhärent zweiwertig" = Jörg Pflüger, *Wo die Quantität in Qualität umschlägt. Notizen zum Verhältnis von Analogem und Digitalem*, in: Martin Warnke / Wolfgang Coy / G. C. Tholen (Hg.), *Hyperkult II. Zur Ortsbestimmung analoger und digitaler Medien*, Bielefeld 2005, 27-94 (67); was Claude Shannons "Symbolical Analysis of Switching Relays" ein halbes Jahrhundert nach Charles S. Peirces erstem elektrischen Schaltplanentwurf zum heutigen Computer machte, ist das Operativwerden diagrammatischer Notationen - ein Grundmerkmal (der archäo-logische Grund) techno-logischer Medien

; praktische Elektrisierung des Diagrammatischen dasjenige, was Peirce *en arché* als Schaltkreis auf Papier symbolisch zur Operation bringt; im 20. Jahrhundert physikalisch implementiert; Peirces Diagrammatik die logische Voraussetzungen für temporale Operativität von Schaltkreisen, die Medien zu Zeitmaschinen werden läßt (Argument Rico Hartmann); Verzeitlichung ist auf eine Frage des Mathematisch-Logischen reduzierbar; Schlußfolgern als solches eine zeitdiskrete Schaltung von Denken und operativer Pragmatik

## **Rechnen mit Quanten**

- "information is physical" ( Rolf Landauer im Kontrast zu Norbert Wiener)

- makroweltlicher Hochgeschwindigkeitscomputer und das Rechnen mit Kugeln auf einem Abakus äquivalent; in beiden Fällen Information in einem System dargestellt, das den Gesetzen der

---

<sup>23</sup> Friedrich Kittler, *Die Nacht der Substanz*, Bern (Benteli) 1989, 30f

klassischen Physik genügt; wird indes mit Materie selbst gerechnet (Atome, Photonen), kommen Quantenphänomene zum Zug: Superposition, Verschränkung; Information empfindlich gegen Störung von außen durch Beobachtung / Messung; Dekohärenz; vermag nur Rechner selbst beim Rechnen sich selbst wahrzunehmen? wird hier nicht aufsetzend (intransitiv) auf Materie (Silizium) gerechnet, sondern transitiv *mit* Materie, insofern sie Quantensprünge macht - auf dem Weg zu einem wirklich operativen Pythagoreismus "Welt ist Zahl"; *computational universe*

## **Mehrwertige Logik(maschinen)**

- diskrete algorithmische Prozeßabarbeitung / Zustandsmaschinen; autonomer Automat: die durch die Funktion  $s = f(s)$  erklärte Zuordnung des nächstfolgenden Status zum vorliegenden Status in einem jeden Schritt als AUTOMAT bezeichnet

- A. A. Zinovyev, russ. Publikation / engl. Übers.: Philosophical Problems of Multi-valued Logic, Inst. of Philosophy of the Acad. of Sciences USSR, Moskau 1960; darauf geht Gotthard Günther in Typoskript (Report) NL Günther Staatsbibliothek Berlin ein (NL 196). In Kasten 2, Mappe 20, Ideenskizze einer "dritten" Technik, die nicht Materie, nicht Energie, sondern Raum (& Zeit) manipuliert

- Jochen Hunger, SETUN, Leipzig (Hochschule für Graphik und Buchkunst) 2007

- INTEL baut eine Zeitlang mehrwertige (etwa vierwertige) Logikbausteine *in Speichern*; auch Netzübertragungen z. T. mehrwertig, dann als zweiwertig ausgegeben

- "schalten und walten": Logikgatter von aussagenlogischen Funktionen wie von Materie geprägt

## **Auftritt Heidegger**

- Zusammenhang von Rechenkalkül, Lotteriestpiel und musikalischer Komposition; Sebastian Klotz, *Ars combinatoria* oder "Musik ohne Kopfzerbrechen". Kalküle des Musikalischen von Kircher bis Kirnberger, in: Musiktheorie Bd. 14 (1999), Heft 3, 231- 245

- in *Der Satz der Identität* vom 27. Juni 1957 vernehmbar, wie Heideggers Philosophie am Computer sich bricht: "Die Zeit des Denkens, die eine andere ist als diejenige des Rechnens, die heute überall an unserem Denken herrscht. Heute rechnet die Denkmaschine in einer Sekunde tausende von Beziehungen. Sie ist aber, trotz ihres technischen Nutzens, wesenlos" = Bandmitschnitt

- kartesisches Denkmodell; Leibniz' Bedenken gegenüber Descartes' "seelenlosem" Maschinenbegriff

- im Sinne eines erweiterten Begriffs von Kybernetik als Wissenschaft der Maschinen: "Sie können aus dem biologischen, mechanischen oder soziologischen Bereich stammen. Mit voller Absicht läßt die Kybernetik die Frage offen, ob der untersuchte Mechanismus aus 'lebenden Zellen' besteht, aus einer Gesamtheit chemischer Reaktionen, aus einer Gruppe kollektiv handelnder Individuen, aus Verzahnungen oder Relais. Sie ist auf die Analogie solcher Organismen gerichtet, nicht auf ihre Unterschiede. <...> Die Wissenschaft des 20. Jahrhunderts wird vor allem die Wissenschaft der Modelle sein" = Abraham A. Moles, Die Kybernetik, eine Revolution in der Stille, in: Epoche Atom und Automation. Enzyklopädie des technischen Zeitalters, Genf 1959, Bd. VII, Einleitung (8)

## Logik / Syllogismus

- regelgeleitetes Vorgehen in der Syllogistik; Schlußfolgerungen kommen nur dann zustande, wenn sie - ganz und gar medienoperativ - *vollzogen* werden, also in sich ein Zeitmoment enthalten. Aus einer rein logischen Anordnung (Aussage) wird damit eine Techno-Logie

- bleibt bei Aristoteles (und seiner scholastischen Rezeption im Mittelalter) Logik auf Syllogismus beschränkt - auf die rhetorische, sprachliche Operation. Demgegenüber "wurden nach 1850 in jedem Jahrzehnt mehr Fortschritte auf diesem Gebiet erzielt als in der ganzen Zeit von Aristoteles bis Leibniz"<sup>24</sup> - Boole, Peano u. a.; die Unterlegung einer linearen historischen Zeitleiste verzerrt hier das Bild. Angebrachter wäre ein Modell zeitlicher Cluster, Morphing / Ausstülpung / Verdichtung nach Bedeutung/Energie

In der Sprache der Programmierung wird Syllogistik später die IF-THEN-Schleife sein (wenn ..., dann ...). Aristoteles führt in diesem Zusammenhang die Variablenlogik ein (a b c), doch rechnet nicht mit diesen Zeichen, sondern kombiniert Sätze; erst in Frühneuzeit ein algebraisches Rechnen mit Buchstaben anstatt mit Zahlen (Vieta)

- In der logischen Operation des rhetorischen Syllogistik scheint ein Medienbegriff durch, der auf unabsehbare Zeit auch seine Technifizierung dominiert: das Zwischenargument gilt als schlichter logischer "Medien"kanal (*medius terminus*), der in und nach der Vermittlung zweier Aussagen zum Verschwinden kommt.

- syllogistisches Prinzip als Verfahren einer vor-algorithmischen Prozedur, eine logische Maschine; soll hier von Mechanisierung oder Maschinisierung der Logik die Rede sein?

## LEIBNIZ-Material

---

<sup>24</sup> Bertrand Russell, Die Mathematik und die Metaphysiker, in: Kursbuch 8, März 1967, 8-25 (10)

## **Analysis mit Leibniz**

- Grundlegende Operation der Analysis, d. h. Zerlegung einer Menge in kleinste / einzelne Teile, die dann in einer Umkehroperation neu zusammengesetzt wird
- Infinitesimalrechnung (Leibniz' „unendliche Reihen“); wird bei Euler zum Inbegriff von Algebra; Leibniz spricht von „blinder Erkenntnis“ für Zeichenprozesse, an denen ihre Regeln selbst ablesbar sind

## **Zahlen und Buchstaben**

- Erfindung Gutenbergs machte nicht nur Bücherwissen identisch reproduzierbar, sondern in Kopplung an aus Indien und Arabien importierten Zahlen im selben Medium Druck auch in Katalogen adressierbar (alphanumerische Signaturen, Register, identische Seitenzahlen) = Friedrich Kittler, Das Buch - eine Episode? Gutenberg unter Computerbedingungen, in: Neue Züricher Zeitung (internat. Ausgabe), 4./5. Januar 1997, 47; Option liegt nun darin, Buchstaben und Ziffern einander zuzuordnen, wie die Metadaten von Archiven und Bibliotheken (Gedächtnisadressierung). Buchdruck, der alles reproduziert, und Algebra, die alles berechnet (beides seit 1500), aber liefen in Europa die längste Zeit nicht zusammen; dies vollzieht sich erst nach 500 Jahren „Latenzzeit Europas“<sup>25</sup>, und das nicht aus dem Wunsch nach kultureller Selbstvollendung oder -optimierung, sondern auf dem Höhepunkt des Zweiten Weltkriegs unter dem Druck militärischen Aufklärungsbedarfs (die zugleich mechanisierte und mathematisierte Dechiffrierung deutscher *Enigma*-Botschaften auf der Grundlage von Alan Turings universaler Maschine in Bletchley Park, England)
- wenn Ziffern in Büchern als Adresse (Seitenzahlen) auftauchen und damit Indices ermöglichen, adressieren sie immer nur Seiten, nicht Worte oder Sätze, schon gar nicht einzelne Buchstaben. Zwar entspricht die alphabetische Ordnung von Büchern in Bibliotheken auch der Grundlage ihrer buchstäblichen Setzung (durch Setzkästen oder Tastaturen), doch erst wenn Alphabet und Nummern zu Alphanumerik verschmelzen, sind Wissen (als Speicher) und Programme (als seine Verarbeitung) gleich mächtig. Buchstaben auf Buchrücken (Titel) adressieren Buchstaben als Inhalt der Bücher; darunter nennen Kombinationen aus Zahlen und Buchstaben den Standort in der Bibliothek. Adresse und Gespeichertes finden im selben Medium statt, werden aber getrennt gehalten. Erst wenn alphanumerische Signaturen in Katalogen mit dem Inhalt der Bücher selbst verschmelzen, kann sich Wissen selbst sortieren, wenn also Druckbuchstaben selbst aus einer Kombination von Ziffer und Buchstabe bestehen

---

<sup>25</sup> Friedrich Kittler, Die Informationsbombe, im Gespräch mit Paul Virilio, ausgestrahlt im deutsch-französischen Kulturkanal ARTE November 1995

- "In Philosophia habe ich ein mittel funden, dasjenige was Cartesius und andere per Algebram at Enalysin in Arithmetica et Geometria gethan, in allen scientien zuwege zu bringen per Artem Combinatoriam, welche Lullius und P Kircher zwar excolirt, bey weitem aber in solche deren intima nicht gesehen. Dadurch alle Notiones compositae der ganzen welt in wenig simbolices als deren Alphabet reducirt, und aus solches alphabets combination wiederumb alle dinge samt ihren theoremâtibus, und was nur von ihnen zu inventiren mûglich, ordinata mehtodo, mit der zeit zu finden, ein weg gebahnet wird. <...> als mater aller inventionen" = Gottfried Wilhelm Leibniz, Die philosophischen Schriften, Bd. 1, hg. v. C. J. Gerhardt, Hildesheim 1965, 57 f.

- kombinatorisches Zeichensystem muß beweglich sein, korrespondierend mit den beweglichen Lettern des Gutenbergschen Setzkastens selbst

- Name ist gleich Adresse in Büchertiteln, Signaturen

- Buchstabenschrift analytisch, nicht notwendig logozentristisch. "Die Buchstabenschrift ist an und für sich die intelligentere; in ihr ist das *Wort*, die der Intelligenz eigenthümliche würdigste Art der Aeußerung ihrer Vorstellungen, zum Bewußtsein gebracht, zum Gegenstande der Reflexion gemacht. Es wird in dieser Beschäftigung der Intelligenz mit demselben analysirt <sic>, d. i. das Zeichenmachen wird auf seine einfachen, wenigen Elemente (die Urgebehrden es Articulirens) reducirt" = Georg Wilhelm Friedrich Hegel, Gesammelte Werke, hg. im Auftrag der Dt. Forschungsgemeinschaft, Bd. 20: Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse (1830), hg. v. Wolfgang Bonsiepen / Hans-Christian Lucas, Hamburg (Meiner) 1992, 456

- Buchstabenschrift bringt „den Geist von dem sinnlich Concreten zu der Aufmerksamkeit auf das Formellere, das tönende Wort und dessen abstracte Elemente“ = ebd., 458; Leibniz behandelt Töne wie Buchstaben: Musik als Mathematik, eine medienarchäologische Ästhetik. "Leibniz galt die Musik noch als nüchternes exercitium arithmeticae occultum nescientis se numerare animi. Der Genuß, den sie gewähre, sei mit der Freude zu vergleichen, die die Lösung einer arithmetischen Aufgaben mit sich bringt" = P. Bonaventura Meyer, APMONIA. Bedeutungsgeschichte des Wortes von Homer bis Aristoteles, Diss. Phil. Fak. Freiburg i. d. Schweiz, Zürich (Leemann) 1932, 60, unter Bezug auf: Frank, Plato und die sog. Pythagoreer

## **Leibniz: Die Kalkulierbarkeit von Literatur**

- scheitert Leibniz bei dem Versuch, die Klassifikation der Bibliothek mit dem System des Wissens zur Deckung zu bringen; Tableaus präfigurierter Schemata stellen für Bibliothekspraxis ein Problem dar, das Leibniz durch Indices und alphabetische Kataloge zu umgehen sucht; stattdessen Suche nach einer universalen *ars characteristica*: "Man kann unter `System´ das Ordnungsprinzip eines komplexen Phänomens verstehen, während die Klassifikation als eine Form der Einteilung quasi äußerlich bleibt" = Ulrike

Steierwald, Wissen und System: zu Gottfried Wilhelm Leibniz' Theorie einer Universalbibliothek, Köln (Greven) 1995, 40; heißt Sortierung

- maschinelles Lesen / Illiteralität; Intelligenztests, besonders in der militärischen Eignungsdiagnostik im Ersten Weltkrieg. Diese setzten (schon um die ganzen Illiteraten oder verschiedensprachigen Einwanderer rekrutieren zu können) auf Tests, deren Ergebnisse nicht von spezifischer Vor-Bildung und kultureller Prägung abhängig sein dürfen (Hinweis Claus Pias)

- „Das Alphabet erfaßt die Welt“ (Brockhaus) - und damit all das *nicht*, was nicht alphabetisch anschreibbar ist

- „Es müßte sich <...> eine Art Alphabet der menschlichen Gedanken ersinnen und durch die Verknüpfung seiner Buchstaben und die Analysis der Worte, die sich aus ihnen zusammensetzen, alles andere entdecken und beurteilen lassen.“ <Leibniz, zitiert nach: Steierwald 1995: 41>

- kalkuliert Leibniz für jede private Lebensstunde eines Individuums 10 000 Lettern und hat damit Subjektivität finit berechenbar gemacht: "Also eine Seite von 100 Zeilen, jede zu 100 Buchstaben berechnet. <...> Daher würde für ein Werk, welches die annalistische Geschichte des ganzen Menschengeschlechts bis in alle Einzelheiten enthält, eine Anzahl von Buchstaben nicht überschritten zu werden brauchen, welche sich auf hunderttausend Millionen <...> beliefen."<sup>26</sup>

- binäre Logik oder metaphysische Metapher? In Brief vom 18. Mai 1696 schreibt Leibniz: "Wunderbarer Ursprung aller Zahlen aus 1 und 0, welcher ein schönes Vorbild gibe des Geheimnisses der Schöpfung, da alles von Gott und sonst aus Nichts, entstehet: Essentiae Rerum sunt sicut Numeri."<sup>27</sup> Leibniz baut die von ihm angedachte dyadische Rechenmaschine nicht

- „Die kombinatorische Universalbibliothek hätte keinen Leser. Weshalb sollte sie auch? Die überwältigende Masse ihres Bestandes wäre ganz und gar wertlos; was in einer der natürlichen oder künstlichen Sprachen überhaupt lesbar wäre, müßte immer noch nicht Beziehung zur Weltgeschichte haben. Die Exemplare reeller Historie herauszufinden, setzte einen Benutzer der Bibliothek voraus, der alles schon wüßte, was darin zu stehen hätte - einen jener der Neuzeit vertrauten Dämonen vom Typus der Laplaceschen Intelligenz. Für diesen wären die wahrheitshaltigen Bücher ebenso nutzlos wie die sinnlosen.“ <Blumenberg 1993: 133>

- hat Kurd Lasswitz den Umfang der Universalbibliothek ausgerechnet:  $10^2 \times 10^6$

---

<sup>26</sup> Leibniz in Ettliger 1921: 29

<sup>27</sup> Zitiert nach: Hans J. Zacher, Die Hauptschriften zur Dyadik von G. W. Leibniz. Ein Beitrag zur Geschichte des binären Zahlensystems, Frankfurt/M. (Klostermann) 1973, 209

- kalkuliert E. R. Curtius Literatur mit ideengeschichtlich ernüchterter Nachkriegsästhetik: "Die Philologie <...> bedeutet für die Geisteswissenschaften dasselbe wie die Mathematik für die Naturwissenschaften. [...] Die Geometrie demonstriert an Figuren, die Philologie an Texten. Die Mathematik darf sich mit Recht ihrer Exaktheit rühmen. Aber auch die Philologie ist der Strenge fähig" = Vorwort zur zweiten Ausgabe (Bonn, Dezember 1953), in: Ernst Robert Curtius, Europäische Literatur und lateinisches Mittelalter [\*Bern 1948], 8. Aufl. Bern / München (Francke) 1973, 10

## **Buch(staben) und Bibliothek mit Borges**

- Konrad Zuse, *Rechnender Raum* (1967)

- läßt sich für ein physikalisches System kaum von Nachrichtenübertragung sprechen - es sei denn unter der Voraussetzung, daß physikalische Zustände *als* quasi-Turing-"Zustände" ein Wissen *haben*

- Borel 1907: eine Million Affen an Schreibmaschinen; wenn diese nun an Computer sitzen, kommt die Differenz von Schreibmaschine und Computer zum Zug: insofern sie nicht nur auf der Interface-Ebene schreibmaschinell auf Tastatur Buchstaben kombinieren, sondern auf der Code-Ebene (also auf dem Band der Turing-Maschine) ein *random bit* generieren, löst eine zufällig getippte Eins oder Null (gekoppelt an "run"-Befehl / Compiler?) einen Algorithmus aus, verantwortlich für nonlineare Entwicklungen bzw. Musterbildung

## **Leibniz: Apokatastasis panton**

- in Mathematik vertraut als Poincaré-Wiederkehr

- einmal in Symbolen registriert (Phoneme, Buchstaben, Ziffern), ist die Welt, in jeweils endlichen Zeichenmengen, berechenbar (*computerable numbers*): "Die Zahl aller möglichen Bücher begrenzten Umfangs, die aus den bezeichnenden und nicht bezeichnenden Worten zusammengesetzt sind, kann fest umschrieben werden und in dieser Zahl sind dann also alle sinnvollen Bücher eingeschlossen" = Leibniz-Fragment *Apokatastasis (panton)* [Urtext, Titel in griechischen Lettern], veröffentlicht im lateinischen Original und zitiert nach der deutschen Übersetzung durch und in: Max Ettliger, Leibniz als Geschichtsphilosoph, München (Kösel & Pustet) 1921, 27-34 (27)

- macht Leibniz „die Annahme, daß die öffentliche" - also archivisch-kanzleimäßig registrierte - "Geschichte des Erdkreises annalistisch in einem Buche <...> hinreichend niedergeschrieben werden kann, so folgert, daß auch die Zahl der möglichen unter sich verschiedenen, öffentlichen Geschichten des Erdkreises eine endliche ist und N nicht überschreitet" = Leibniz ebd., 28. "Wenn auch jedes Jahr auf 10 000 Stunden bemessen wird, würden doch zur Beschreibung jeder beliebigen

Lebensstunde jedes beliebigen Menschen 10 000 Buchstaben ausreichen"  
= ebd., 29

- gilt (als Daten) alles, was aufgeschrieben werden kann; dagegen steht das Kontinuierliche: „Auch wenn ein früheres Zeitalter sich wiederholt, soweit dies sinnlich wahrnehmbar ist oder in Büchern beschreibbar, so wird es sich doch nicht gänzlich und in allen Einzelheiten wiederholen; denn immer werden doch Unterschiede, wenn auch unmerkliche und in Büchern nicht hinreichend bezeichnenbare, vorhanden sein. Da das Kontinuum in faktisch unendliche Teile zerlegbar ist, existiert zumal in jedem Bruchstück der Materie eine Welt unendlicher Geschöpfe. Freilich wenn die Körper aus Atomen beständen, dann würde alles genau in der gleichen Vereinigung der Atome sich wiederholen <...>. Aber eine solche Welt würde dann eine Maschine sein" - und somit als Archiv speicherbar; etwa das Internet *in toto*", "welche ein Geschöpf von begrenzter Vollkommenheit restlos zu erkennen vermöchte, was aber in der wirklichen Welt nicht stattfindet" = Leibniz, Apokatastasis Pantou, ebd., 31

## Computergenerierte Poesie

- J. M. Coetzee analysiert Samuel Becketts Kurzgeschichte "Lessness" (1970) mit mathematischen Methoden (nachdem Beckett in seinem Drama *Krapp's last tape* die Rekursivität von Sprache als die des Lebens selbst ton-bandmaschinell thematisiert hat); nimmt schon die Beschreibung mathematische Form an, entlang Shannon/Weavers Informationstheorie. Zeit des Lesens; keine Semantik, sondern syntaktische Teppiche: "Lessness calls on 166 lexical items in its first half and not a single new one in its second half; furthermore, it displays <...> a compositional procedure which would allow it to extend its length almost infinitely without drawing on new items. Words 770-1,538 of the text turn out to be nothing but words 1-769 in a new order. It is this fact which suggests a mathematical approach to the text, an approach not only via the mathematics of indeterminacy, namely probability theory, which we use to compare properties of an infinite set (a language) with those of a finite subset (a text in that language), but also via combinatorial mathematics. <...> a work which <...> overlays natural syntax with its own syntax of combination, thereby pushing into the foreground its rule governedness <...>. Is there a rule behind this re-ordering or is it random? We can give a mathematical answer to the question if we reformulate it in this way: is there enough information in the order of the sentences (as distinct from their internal structures or meaning) to specify a determinate relation between the first ordering and the second? <...> We now use an algorithm adapted from constituent analysis to segment the text and isolate the phrases. <...> A chi-square test shows that there is no statistical reason for rejecting the hypothesis that phrases are distributed randomly over paragraphs. <...> The FORTRAN PROGRAMMING is quite elementary. Total running time on a Univac 1106 is about 30 minutes"<sup>28</sup>

---

<sup>28</sup> J. M. Coetzee, Samuel Beckett's *Lessness*: An Exercise in Decomposition, in: *Computers and the Humanities* vol. 7, no. 4 (March 1973), 195-198

## TECHNOMATHEMATIK: AVANCIERTE MEDIENTHEORIEN

### Technomathematische Existenzweisen von Medien

- Leibniz in *De Progressione Dyadica*: "Diese Art von Kalkül könnte auch mit einer Maschine ausgeführt werden" = zitiert hier nach: Bauer 2009: 14  
- der erste binäre Rechner

- unterscheidet den real existierenden, weil in der Welt und damit in der Zeit seienden Computer von allen abstrakten Mathematiken, die der Wissens-, aber nicht notwendig der Mediengeschichte angehören; Oskar Becker befürwortete ausdrücklich "die intuitionistische Forderung, jeder mathematisch existente Gegenstand müsse durch eine in concreto und de facto vollziehbare Konstruktion 'dargestellt' werden können", und formuliert von daher das Postulat: "alle mathematischen Gegenstände sollen durch faktisch vollziehbare Synthesen erreicht werden können. <...> Echte ('existente'), mathematische Phänomene 'sind' nur in faktisch vollziehbaren Syntaxen".<sup>29</sup> Becker deutet hier also den Begriff der "Ontologie" im Sinne der "Hermeneutik der Faktizität" (Heidegger), als faktische Vollziehbarkeit, also als Operativität <ebd.>

- läßt sich Medientheorie unter hochtechnischen Bedingungen nicht mehr auf einen schlicht apparativen Medienbegriff reduzieren, sondern meint eine Kopplung von Artefakten, Prozessen und Algorithmen, die auf einer mittleren medienarchäologischen Ebene operativ und zeitkritisch stattfinden; steht Medientheorie also Leibniz' Sprache der Kalküle ebenso nahe wie McLuhans nicht-inhaltistischem Medienverstehen

- sucht Alan M. Turing 1952 nach einer chemischen Basis für das Phänomen der Morphogenese: "What is chiefly required is an understanding of the solution of linear differential equations with constant coefficients", und fügt in Klammern hinzu: "This is also what is chiefly required for an understanding of mechanical and electrical oscillations"<sup>30</sup>, also zum Verständnis von elektrotechnischen Medienphänomenen an sich und ihrer verblüffenden Analogisierbarkeit zu mechanischen Vorgänge (Pendelschwingungen)

- Thesen des Wissenshistorikers Alexandre Koyré zufolge "besagen zunächst, daß die Wissenschaft Theorie ist und die Theorie in erster Linie Mathematisierung" = Canguilhem 1979: 27 - mit unerbittlichen Konsequenzen für den Begriff von Medientheorie, die aus dem Reich der abstrahierten Anschauung (*theoría*) unter umgekehrten Vorzeichen zur Funktion einer Mathematik jenseits der Anschauungskrise geworden ist, konkret auf der Basis der daraus resultierenden symbolverarbeitenden (Turing-)Maschine; "Mathematisierung der Erfahrung" = Bachelard 1974: 42

<sup>29</sup> Oskar Becker, *Mathematische Existenz*, 2. Aufl. Tübingen (Niemeyer) 1973 [\*19xxx], 196

<sup>30</sup> Alan M. Turing, *The Chemical Basis of Morphogenesis*, in: *Philosophical Transactions of the Royal Society*, Bd. 237 (1952), 37-72 (39)

## **Einsicht des Infinitesimalen: Differential- und Integralrechnung**

- Kathodenstrahlbild am Fernseher als Differentialrechner (Wiener 1948); erlaubten Differentiale es, die Steigung beliebiger Kurven zu verfolgen
- Beschreibung in Science Museum, London: Mechanical Analogue Computer (MAC) 1958; "tape-connected" computer: Motor providing time-base for integrators and chart recorder; Manchester University Differential Analyser "Experienced operators found that watching the turning of the shafts gave them an insight into the mathematical processes involved in solving the equation; a number of interconnected integrating mechanisms: analogue method arriving at a numerical solution to a differential equation
- Musik & Zahl im Barock, die Kunst der Fuge: waltet im 16. Jahrhundert unverrückt das Gestell des pythagoreischen Zahlenrealismus, "erst im Lauf des 17. tritt jene Dynamisierung ein, deren Symptome musikalisch die nun selbst zeitkritische Durmoll-Harmonik, mathematisch das infinitesimale Rechnen sind" = briefliche Kommunikation Rainer Bayreuther, August 2007
- Turing 1936/37; Endlichkeit Einschränkung der Universellen Maschine; potentielle vs. aktuelle Unendlichkeit; Turings Schere: zweidimensionales kariertes Rechenpapier, beschrieben mit Formeln, in Streifen schneiden, hintereinander kleben, damit "unendliches" Band; Tonbandschleife, kinematographisches Zelluloid
- Definition von Kalkül; fordert Otlet für seinen Informationsmaschinenverbund "uneingeschränkte mechanisch Handhabung sämtlicher aufgezeichneter Informationen für die Gewinnung neuer Bestandskombinationen, neuer Ideenkonstellationen, neuer symbolischer Operationen" = Otlet 1934: 391; Karsakov 1832. Im Begriff der symbolischen Operation nistet der Kalkül, die operative symbolische Maschine; seit Gottfried Wilhelm Leibniz damit die logischen Aussagen der aristotelischen Syllogistik in Symbole umgewandelt, die dann wie Zahlen und Gleichungen behandelt, also auch technomathematisch operational werden können; Sybille Krämer, Symbolische Maschinen, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1988; wird aus Textwissen damit *mathesis*

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

- das "Kontinuierliche:" eine metaphysische Unterstellung? analoge Medien indexikalisch Medien, digitale symbolisch (Goodmans Symboltheorie)
- ausdrückliche Unterscheidung analog / digital taucht in Macy-Konferenzen zur Kybernetik auf, um Rechnertypen zu unterscheiden; als medientechnischer Terminus diese Unterscheidung epistemologisch wirksam geworden und zieht die Reflexion von Kontinuierlichem und

Diskretem nach sich - "Begriffe, die nicht wie a/d Signale referenzieren, sondern Modelle der Natur selbst. Damit ist die Frage nach dem Verhältnis der Medien zur Physik aufgeworfen" = Ankündigung Bernhard Siegert, Vorlesung "Analog/Digital. Zur Genealogie einer medientheoretischen Basisdichotomie", Fakultät Medien, Bauhaus-Universität Weimar, Wintersemester 2001/2002; steht damit die Mächtigkeit der Differentialrechnung auf dem Spiel, welche die Welt als Schauplatz stetiger Funktionsabläufe begreift; Plancks Einsicht in Quantensprünge von Energie; dazu gehören die Elektronen als das physikalische Elementarteilchen von Elektronik; unterstellt Modell des *computational universe* der Natur selbst eine diskrete, geradezu rechnende (Konrad Zuse) Natur; Max Bense in seinen *Konturen einer Geistesgeschichte der Mathematik*, daß es mit Quantentheorie bzw. Quantenmechanik (Unbestimmtheitsrelation) "zu einer mächtigen Infragestellung dieses auf Stetigkeit, Folge und Differentialgleichung begründeten Barock gekommen ist" = 126; zitiert hier nach: Rieger 2003, 510

### **Harte Arbeit am Begriff (Hegel): Maschinen denken und mechanisierte Mathematik**

- Dipl. Ing. Konrad Zuse in seiner *Einführung in die Allgemeine Dyadik*: "Unter 'Rechnen' wollen wir also verstehen: Aus gegebenen Angaben nach einer Rechenvorschrift neue Angaben zu bilden" = Typoskript, ca. 1937, 1; Verfahren / Kalkül an sich noch unzeitkritisch und unrhythmisch
- Fregesche Begriffsschrift läßt sich unmittelbar als elektrischer Schaltkreis interpretieren = Hoering 1957. "Dabei wird der Wahrheitswert der Variablen A und B durch entsprechende Spannungen am rechten Ende der Schaltung dargestellt und als Resultat durch eine geerdete Anzeigelampe links. Die zentralen Grapheme der Begriffsschrift werden gewissermaßen direkt für ihre extension leitend gemacht, indem nämlich der waagrechte Inhaltsstrich als Draht interetiert wird, der senkrechte Strich der Implikation und Negation als primitive Schaltelemente. Dabei ist das, was die Zeichnung kurschließt genau das, masman aus ihr schließen kann - diese Interpretation versucht, die Form der Schrift als Beschreibung eines logischen Zusammenhangs als Mechanismus zu aktualisieren" = Julian Rohrhuber, *Das Rechtzeitige. Doppelte Extension und formales Experiment*, in: Volmar (Hg.) 2009 - ein elektrischer Syllogismus; Shannons Schaltalgebra
- situiert Reuleaux Kinematik I, 1875: 246 seine Zeichensprache gegenüber Charles Babbages "mechanical notation" in ders., *On a method of Expressing by signs the action of machinery* (1826); dazu Berz 2001: 175f
- Gauss am 1. September 1850 in einem Brief an Schumacher: "Es ist der Charakter der Mathematik der neueren Zeit <...>, daß durch unsere Zeichensprache und Namengebung wir einen Hebel besitzen, wodurch die verwickelsten Argumentationen auf einen gewissen Mechanismus reduziert werden <...>. Wie oft wird jener Hebel eben nur mechanisch

angewandt, obgleich die Befugnis dazu in den meisten Fällen gewisse stillschweigende Voraussetzungen impliziert. Ich fordere, man soll bei allem Gebrauch des Kalküls, bei allen Begriffsverwendungen sich immer der ursprünglichen Bedingungen bewußt bleiben, und alle Produkte des Mechanismus niemals über die klare Befugnis hinaus als Eigentum betrachten."

- zur Sammlung "mathematischer Instrumente": Zirkel und Winkelmesser, zu denen auch Sonnenuhren und Astrolabien gezählt werden, "verdeutlicht das analoge "Rechnen" mit Längen und Winkeln ohne die Verwendung von Zahlen. [...] Proportionalzirkel stellen den historischen Vorläufer der logarithmischen und speziellen Rechenschieber des 19. und 20. Jahrhunderts dar" = <http://www.deutsches-museum.de/ausstell/dauer/inform/infor1.htm>, Zugriff 7-6-06

- Herzog August Bibliothek von Wolfenbüttel, der er selbst als Bibliothekar einmal vorstand, bewahrt Leibniz' *Explication de l'Arithmetique Binaire* (datiert 1701); berichtet er in den "Mémoires de Mathématique & de Physique" der *Histoire de l'Academie Royale des Sciences* von Paris (Année MDCCIII, Druck 1705) von seiner Vermutung, "dass durch dieses Mittel" - Zahlenketten als mathematische Maschine - "und durch die unendlichen Reihen, dargestellt in dieser Form etwas zu erreichen ist, was auf andere Weise nicht leicht gewonnen werden kann"

### **Logische und symbolische Maschinen (Kombinatorik, Kalkül, Programmierung)**

- Spencer-Browns Unterscheidung und Markierung ein "mathematischer Beobachtungsstil" = Maren Lehmann, Das Medium der Form. Versuch über die Möglichkeiten, George Spencer-Browns Kalkül der "Gesetze der Form" als Medientheorie zu lesen, in: Brauns (Hg.), Form und Medium, 2002, 39-xxx, hier: 49

- ist sich Spencer-Brown bewußt über den mikro-temporalen Unterschied, den der Akt der Markierung macht; ein Kalkül ist ein "Vorgang, durch den sich eine Form infolge von Schritten in eine andere verwandelt" <Spencer-Brown 1997: 10>; nicht Semantik, sondern Syntax zweiter Ordnung: mathematische Kalkulierbarkeit der Welt

- Implikationen des Vokalalphabets bis hin zu dem, was Kittler die "Alphabete der Neuzeit" nennt

- Differenz zwischen Simulation und Emulation: Physis *versus* Turing-Maschine

- Metronom gibt den Takt vor: "beats per minute", Tempoeinstellungen; wird die Wahrnehmung von Takt durch die Taktzeit als Abtastzeit;  $1/T = fT$  (Taktfrequenz) unterlaufen, im Sinne der Leibniz'schen *petites perceptions* ; beschreibt Leibniz "die Wahrnehmung eines künstlichen Transparenten, wie ich es bei den Uhrmachern gesehen haben, das durch die rasche

Umdrehung eines gezahnten Rades entsteht" , wobei die menschlich-analytische Wahrnehmung die "Vorstellung der Zähne des Rades <...> nicht zu entwirren vermag" = zitiert in Siegert 2003: 183; Fourier-Analyse *avant la lettre* schon im mechanischen Uhr-Modell Leibniz´ angelegt: verschwinden "die einzelnen Zähne für uns und (erscheint) statt ihrer ein scheinbar kontinuierliches Transparent, das sich aus der sukzessiven Erscheinung der Zähne und ihrer Zwischenräume zusammensetzt, wobei indes die Aufeinanderfolge so schnell ist, daß unsere Vorstellung an ihr nichts mehr unterscheiden kann. Man findet also wohl diese Zähne in dem distinkten Begriff von diesem Transparent, nicht aber in der verworrenen sinnlichen Auffassung, deren Natur es ist, verworren zu sein und zu bleiben" = Leibniz, zitiert in Siegert 2003: 183

- Stochastik, Markov-Ketten und Übergangswahrscheinlichkeiten: finden Eingang bis in die Anleitung des *Trium*-Handy für die Erstellung von Kurznachrichten (SMS): "Drücken Sie im T9 Modus (Buchstabenalgorhythmus <sic!>) eine Taste nur einmal <...> Falls das Wort nicht gebildet wird, drücken sie "0", um andere passende Wörter anzusehen. Wird Ihr Wort per T9 Logik nicht gefunden <...>", bedarf es allerdings der menschlichen Intervention namens Volltextschrift.]

- Descartes' Begriff der "Methode" als Verfahren (Plausibilitäts- statt Wahrheitsbehauptung); Definition "Kalkül" (Leibniz-Sprache)

- mathematische Theorie der Kommunikation (Shannon) nimmt - anders als Umberto Eco's *Semiotik* - ausdrücklich nicht in Anspruch, die semantischen Prozesse im Akt der Informationsverarbeitung mitzudefinieren; bewegt sich die Informatik auf die Semantisierung des Computers zu, etwa im Konzept des "semantic web" (dazu Tim Berners-Lee, der "Erfinder" des Internet = Protokoll). Ein Beispiel aus der Fachliteratur: die Google-Suche mit dem schlichten Buchstaben "M" ergibt theoretisch ein 24tel des Buchstabenbestands im Internet (also eine statistische Maßeinheit / Maß<an>gabe im Sinne Shannons), andererseits leistet das *semantic web* jedoch an dieser Stelle auch den Verweis auf den Film *M - eine Stadt sucht einen Mörder* von Fritz Lang

- "Ein Parser ist eine Software die die Syntax einer Sprache analysiert. Ein Parser entscheidet, ob ein Quelltext valide ist bezogen auf eine formale Sprache mit einer vorgegebenen Grammatik. Parser werden beispielsweise von Compilern eingesetzt, oder von einem Browser der aus HTML eine Beschreibung einer Webseite als Datenstruktur macht, welche die Grafik-Engine des Browsers auf den Bildschirm überträgt" = <http://www.neogrid.de/textsuche.php?Feld=Bildschirm>, Zugriff 12. Juni 2006; Jan Christoph Meister, Computational Narratology oder: Kann man das Erzählen berechenbar machen?, in: Corinna Müller / Irina Scheidgen (Hg.), *Mediale Ordnungen. Erzählen, Archivieren, Beschreiben*, Marburg (Schüren) 2007, 19-39

## **Die Mathesis der Kybernetik (kybernetische Mathematik)**

- Newtonsche Zeit: reversibel; Bergsonsche Zeit: Dauer, Wahrscheinlichkeiten (Wiener)

- camoufliert Wiener zugunsten der neuro-biologischen, behaviouristischen Systemtheorie die Ursprünge des Servo-Mechanismus (Kommunikation & Kontrolle) in den Feuerleitsystemen zwischen den Weltkriegen = Mindell 2004, 283 ff.

- Künstliche Intelligenz, 1. Phase (Macy-Konferenzen, Maschinen mit Bewußtsein ausstatten) Sackgasse; 2. Phase: subsymbolisch: Knotenpunkte in künstlichen neuronalen Netzen, Gewichtung durch Zahlenwerte; Abgleich von Ist- und Soll-Werten; abhängig von unmittelbarer Vergangenheit. Künstliche neuronale Netze bilden besser ab als symbolische Systeme (alles / nichts)

- "the chemical evidence now makes the idea that all signaling in the brain is by all-or-none nerve impulses untenable" = H. H. Pattee, Discrete and Continuous Processes in Computers and Brains, in: Physics and Mathematics of the Nervous System, hg. M. Conrad et al., Berlin (Springer) 1974, 128-148 (144)

## **Welle, Frequenz, Schwingung: Fourier-Transformation, -Reihe, Sampling**

- bilden Fourier-Reihen eine mathematische Maschine, ein *moyen*: "facilités singulières dans les questions des lignes mouvements des fluides, de la propagation du son, des vibrations des corps élastiques, et donne un moyen aisé de déterminer les mouvements avec toute la généralité que l'on obtiendrait de l'emploi des fonctions arbitraires" = Fourier, Druckversion seines Akademie-Vortrags von 1805, zitiert nach: Siegert 2003: 247. Unter verkehrten Vorzeichen, nämlich nicht mehr nur als Mittel der Analyse, sondern auch der Synthese verwendet, lassen sich damit (technologische) *Medien machen* - elektroakustischer Synthesizer, künstliche Sprechmaschinen (Vocoder)

- mathematische Konfiguration auf (technologische) Medienbezogenheit hin filtern

- Georg Simon Ohm nimmt an, daß der Fluß von Elektrizität durch einen Leiter sich nicht grundsätzlich von der Wärmelietung durch einen Stab unterscheidet; daher im Sinne Fouriers eine Differentialgleichung für die elektrische Leitung als ein eindimensionales Problem anschreibbar. "Sein Scharfsinn bestand darin, die physikalischen Variablen des elektrischen Problems auf eine Weise zu betrachten, die eine Anwendung der Fourierschen Argumentation ermöglichte" = xxx, in: Janke (Hg.) 1999: 252; Phänomen von Analogien zwischen physikalischer und elektrotechnischer Welt; Barkhausens *Schwingungslehre*: mechanisches Pendel / elektrischer Schwingkreis)

- privilegiertes Verhältnis des Ohrs zur Wahrnehmung kleinster zeitliche Momente: "Das Gehör ist von allen Sinnen derjenige, der die Zeit am feinsten auflöst. Kurze zeitliche Gegebenheiten hören wir besser, als wir sie sehen" = Manfred Spitzer, Musik im Kopf. Hören, Musizieren, Verstehen und Erleben im neuronalen Netzwerk, Stuttgart / New York (Schattauer) 2002, 78; *zeitunempfindliche Form der Klanganalyse*: Gabor

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

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

- Vorwort der von Robert Steiger zusammengestellten *dokumentarische Chronik* unter dem Titel *Goethes Leben von Tag zu Tag* (Zürich / München 1982) unterstreicht, daß es sich dabei „um die ursprünglichste Einheit jeglichen Erlebens und Sich-Ereignens handelt“ <5>; „aus Tag nach Tagen besteht denn doch das Leben“ = Goethe an Johann Heinrich Voß den Jüngeren, 22. Juli 1821; Leben vollzieht sich also weniger in organischen Zusammenhängen denn in diskreten Zyklen, die iterativ weitergezählt werden wie in einer programmierten Schleife. „Diese Optik der Momentaufnahmen erlaubt das Erfassen der feinsten und verborgensten Entwicklungsmomente“ = Steiger 1982: 5; lassen sich 24 Stunden pro Tag Totalaufzeichnung im Medium Schrift noch leisten; erst in kleinste Bewegungsheiten zerlegt wird überhaupt das *Individuum*; artikuliert sich im Begriff einer „Optik der Momentaufnahme“ bereits jenes technische Medium, das alle menschlichen (und mithin individuellen) Wahrnehmungsschwellen unterläuft: nicht mehr 24 Stunden Tagebuch, sondern 24 Bilder pro Sekunde Film; Sampling: zeitdiskrete Proben nehmen

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

- akustische Unschärferelation: "Eine Schallwelle einer einfachen Frequenz (oder Wellenlänge) korrespondiert zu einem reinen Ton, ähnlich zum Zustand eines Teilchens mit genau bekanntem Impuls. Um die Tonhöhe exakt zu bestimmen, muss man ihn eine gewisse Zeit hören, was vielen Schwingungen entspricht"; Gabor's Kritik an Fourier: Ein- und

Ausschwingen des Tones buchstäblich mit einkalkulieren in die Analyse. "Daraus folgt, dass ein reiner Ton nicht sehr gut 'zeitlich lokalisiert' ist. Wenn ich im Gegensatz dazu in die Händeklatsche, ist das Geräusch sehr kurz <sc. ein Impuls> und daher gut zeitlich lokalisiert, aber wenn ich wissen möchte, welcher Ton dazu gehört, so wäre es korrekt zu sagen, dass alle Frequenzen oder Töne in dem Geräusch vorhanden sind. Offensichtlich kann man nicht beides haben" = Sander Bais, Die Gleichungen der Physik. Meilensteine des Wissens, Basel / Boston / Berlin (Birkhäuser) 2005, 75

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

- Medienapplikation von digitalem Sampling und Abtasttheorem: Compact Disks; alternativ: Granularsynthese

- Doppelsinn des Begriffs Sampling: a) signaltechnisches Verfahren, b) musikästhetische Praxis auf Makroebene; visuelles *versus* akustisches Sampling

- Medien-Werden von Musik mit Mersenne, der im Unterschied zu Pythagoras nicht auf die geometrischen Intervalle schaut und damit eine kosmische Harmonie entwirft (wider besseres Wissen der Irregularitäten), sondern die zeitkritische Entfaltung des Tons in der Schwingung des Monochords entdeckt (Frequenz)

- kommen diesseits des buchstäblich *grammophon* Vokalalphabets akustische Phänomene erst dann zur technischen Reproduzierbarkeit und Aufhebung, "nachdem festgestellt wurde, daß die akustischen Schallschwingungen als mechanische Schwingungen aufzufassen sind"<sup>31</sup>.

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

- wird im digitalen Sampling gerade der Zeit(kritische)Aspekt eliminiert wird; tritt Quantisierungsrauschen nicht durch die zeitliche Quantisierung auf sondern durch diejenige im Wertebereich, d. h. zum einem beliebigen Zeitpunkt  $t$  wird ein analoges Signal abgetastet mit Wert  $f(t)$ , wobei  $f(t)$  eine reelle Zahl ist; dieser Wert wird nun quantisiert, wofür je nach verwendeter bit-Tiefe lediglich  $N$  (etwa  $N = 8$ ,  $N = 12$ ,  $N = 16$ , ...) als endlich viele diskrete Werte zur Verfügung stehen; "Rauschen" eines

---

<sup>31</sup> K. A. Mittelstrass, Magnetbänder und Magnetfilme. Grundlagen und Anwendungen, Berlin (VEB Verlag Technik) 1965, 7

Samples damit genau der Abstand der Diskretisierung; wird in der Quantisierungsstufe der nächstgelegene ganzzahlige Wert angenommen (operativer Pythagoreismus); gemessen über das ganze Signal das Rauschen als Signal-Rausch-Abstand (SNR) bestimmt: Quotient aus Signalleistung und Rauschleistung

- "current of media" ist Strom; Epistemologie der Elektronenröhre (Simondon); Elektrophysik des Tonfilms; Kritik des Begriffs der "audiovisuellen Medien"; Lichtton: durch Photozelle wird der Filmprojektor zum mechanisch-elektronischen Hybrid

## **Mechanisierung der Mathematik: der Kalkül**

- Kalkülisierung der Logik und Begriffsschriften: G. W. Leibniz, George Boole (*Laws of Thought*), George Spencer Brown, Frege

- Leibniz in seiner Schrift *De Progressione Dyadica*: "Diese Art von Kalkül könnte auch mit einer Maschine ausgeführt werden" = zitiert hier nach: Bauer 2009: 14, binärer Rechner

- nistet im Begriff der symbolischen Operation der Kalkül, die operative symbolische Maschine; werden seit Gottfried Wilhelm Leibniz damit die logischen Aussagen der aristotelischen Syllogistik in Symbole umgewandelt, die dann wie Zahlen und Gleichungen behandelt, also auch technomathematisch operational werden können<sup>32</sup>

- *calculus*: Grundzeichen, Formationsregeln, Transformationsregeln, Erzeugung

- Leibniz, *Elementa calculi*, 1679: jedem Terminus ein Zahlzeichen zuweisen; Kalkül oder eine Operation bestehen in der Herstellung von Beziehungen durch Umwandlung solcher Zeichen; erlöst Boole Aussagenlogik von Syllogistik durch Bildung symbolischer Ausdrücke

- mittlerer Syllogismus-Begriff ("medius") verhilft einer Aussage zum Werden

- reduziert Spencer-Brown Boolesche Operationen auf (fast) ein Zeichen: Haken und Kreuze (Durchstreichen); Ästhetik des Setzkastens (Gutenberg, Markov, Shannon)

- Priorität der Triftigkeit des Verfahrens vor der Wahrheitsfrage (Descartes, *Discours*). "Die Maxime lautet: welchen Weg einer auch immer eingeschlagen haben mag spielt keine Rolle, was allein zählt ist das – mit rein intrinsischen Mitteln kontrollierbare – unbedingte Beibehalten der einmal eingeschlagenen Richtung, allen Zweifeln an der Richtigkeit des Anfangs zum Trotz" = Gerald Wildgruber, Typoskript "Theorie auf dem Weg zum Computer: Algorithmische Poiesis zwischen Wissenschaft und Kunst"

<sup>32</sup>

Dazu Sybille Krämer, *Symbolische Maschinen*, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1988

- Kombinatorisch gelesen, wird "Literatur" zur Mathematik; die Ausdrucksweise: "Als erstes Beispiel betrachten wir die Menge  $\Sigma^*$  aller Wörter über einem Alphabet  $\Sigma$ . Ein Alphabet ist eine endliche Menge, zum Beispiel  $\Sigma = \{a,b,e,h,l,p,t\}$ . Ein *Wort* über  $\Sigma$  ist eine beliebige endliche Folge von Elementen aus  $\Sigma$ . Zum Beispiel sind *abt, e, bbpt, alphabet, help, p* sechs verschiedene Wörter über dem Alphabet  $\{a,b,e,h,l,p,t\}$ " = Christoph Meinel / Martin Mundhenk, *Mathematische Grundlagen der Informatik. Mathematisches Denken und Beweisen - eine Einführung*, Stuttgart / Leipzig (Teubner) 2000, 138 - etwa die Kombination "{i, n, f, f, o r m a t o n}" selbst

- Leibniz: "In Philosophia habe ich ein Mittel funden, dasjenige was Cartesius und andere per Algebra et Analysis in Arithmetica et Geometria gethan, in allen scientien zuwege zu bringen per Artem Combinatoriam, welche Lullius und P Kircher zwar excolirt, bey weitem in solche deren intima nicht gesehen. Dadurch alle Notiones compositae der ganzen welt in wenig simplices als deren Alphabet reduciret, und aus solches alphabets combination wiederumb alle dinge samt ihren theoremâtibus, und was nur von ihnen zu inventiren müglich, ordinata methodo, mit der zeit zu finden, ein weg gebahnet wird. Welche invention, dafern sie wils Gott zu werck gerichtet, als mater aller inventionen von mir vor das importanteste gehalten wird, ob sie gleich das ansehen noch zur zeit nicht haben mag" = Leibniz, Gottfried Wilhelm: *Die philosophischen Schriften*. Hrsg. v. C. J. Gerhardt, Erster Band. Hildesheim 1965, 57 f.; kommt mit dem Computer operative *ars combinatoria* zustande; grammatische Form selbst die Botschaft seines kombinatorischen Denkens und damit ein medienarchäologisches Monument

- Kalkül ein "Vorgang, durch den sich eine Form infolge von Schritten in eine andere verwandelt" = Spencer-Brown 1997: 10; geht es nicht um Semantik, sondern um eine Syntax zweiter Ordnung

- mechanische Operationen; beschreibt Robert Hooke im Postskriptum der 1676 publizierten *Description of Helioskopes* seine Erfindung einer federregulierten Uhr zur Bestimmung der Längengrade auf See: "About seventeen years since, being very inquisitive about regulating the measure of Time, in order to find the Longitude, I did from an Art of Invention, or mechanical Algebra <...> find out and perfect this contrivance, both as the Theory and Experimental verification thereof" = zitiert nach Siegert 2003: 131; Theorie und Maschine also gleichursprünglich in der mechanischen Algebra. Kommentiert Siegert: "Charaktere wie Ausdrücke sind Medien. Die einen operieren im Raum (der Typographie) und aufgrund der Koexistenz lokaler Zeichen, die anderen operieren in der Zeit und mit der Sukzession von Signalen"; daraus resultiert "die Unterlaufung des Auflösungsvermögens der analysierenden Vorstellung" = ebd.

- Differenz von Kalkül und Programm: "Was beim Akt der Katalogisierung als Verzettelung an Ziffern und Übertragungen von Zettel zu Zettel rieselt, ist "lediglich ein Kalkül und noch kein Programm, das aus eigener Kraft

Kalküle hätte starten, kontrollieren und wieder beenden können" = Kittler, Hardware: das unbekannte Wesen, in: Lab

- "Historisch begann Programmierbarkeit, so sie denn von Kalkülierung unterschieden werden darf, wohl erst zu jener Zeit, als die Technologie von Werkzeugen zu Maschinen übergang, anstelle der Einzelstückherstellung also die standardisierte Massenproduktion trat. <...> Erst solche wahrhaft modularen Systeme, wie Babbage wohl als erster sie für seine Protocomputer gefordert hatte, dürften eine zumindest in Grenzen programmierbare Hardware möglich gemacht haben" = Friedrich Kittler, Hardware, das unbekannte Wesen, in: Lab. Jahrbuch für Künste und Apparate 1996/97, hrsg. von der Kunsthochschule für Medien, Köln (Verlag Walther König) 1997, 348-363; dem entspricht automatisiert der Stapel sortierter Lochkarten in Babbages Entwurf, wofür er im 19. Jahrhundert immerhin die Leitmetapher der Bibliothek wählte: „The Analytical Engine will possess a library of its own. Every set of cards once made will at any future time reproduce the calculations for which it was first arranged.“<sup>33</sup>

- "Medientechnik ermöglicht eine selektive Abarbeitung hoher Komplexität, die davon entlastet, den prozessierten Sinn hermeneutisch zu entfalten. <...> Medien können Sinn durch eine technische 'Kalkülierung der Informationsverarbeitung' erfolgreich prozessieren, ohne ihn verstehen zu müssen."<sup>34</sup>

- ist eine Schrift, die auf kognitive Gegenstände Bezug nimmt und mit diesen zugleich auch operiert, als Kalkül organisiert; „im Kalkül werden die Zeichen autark gegenüber den möglichen Gegenständen ihrer Referenz“, also - im Sinn der Wissensarchäologie - äußerlich. „Der Ort solcher regelgeleiteten Produktion der Zeichen ist der Kalkül" = Sybille Krämer, Kalküle als Repräsentation. Zur Genese des operativen Symbolismus in der Neuzeit, in: Hans-Jörg Rheinberger et al. (Hg.), Räume des Wissens: Repräsentation, Codierung, Spur, Berlin (Akademie) 1997, 111-122 (118 u. 121)

- operiert das Hirn im Moment des Rechnens (und typographischen Lesens) selbst als Maschine; scheinen in mathematischer Literatur "jegliche Spuren davon, daß der Autor oder der potentielle Leser ein menschliches Wesen ist, zu verwischen"<sup>35</sup>; Leser mag eine Maschine (Lesekopf der Turing-Maschine) oder ein Mensch sein

## Quanten- versus Medientheorie

- basiert Quantencomputer auf dem Qbit: im Unterschied zum Bit (Lichtschalter, entweder an oder aus) eher ein Dimmer; Messung selbst rechnet; kann Qbit unendlich viel Information speichern, wird aber durch Messung eindeutig festgelegt (0/1); läßt sich aber nur mit Wahrscheinlichkeit angeben; Rolle von (Meß)Medien in der Quantentheorie und -physik: Weizsäcker 1974: 154 ff.

---

<sup>33</sup> Charles Babbage, Passages from the Life of a Philosopher, London 1864, 119

<sup>34</sup> Bolz 1993: 51, unter Bezug auf: Luhmann, Macht, 71

<sup>35</sup> Philip J. Davis / Reuben Hersh, Erfahrung Mathematik, Birkhäuser (Basel) 1985, 33

- Oswald Berthold, Quantencomputer und -kryptographie;  
<http://www.informatik.hu-berlin.de/~oberthol>

- Funktion von Meßmedien; Etymologie "messen", von indoeurop. *met*, altgr. "metan". Differenz von Wahrnehmen und Beobachten. Formalisierung durch mathematische Größe; Zuordnung von Entitäten der Realität zur Wahrnehmung; Detektion eines Photons zerstört die Wellenwahrscheinlichkeit; nicht-lokales Phänomen der Verschränkung entlegener Teilchen

- bringt reale Implementierung wieder Kanal ins Spiel; Blackbox-Modell; interessiert Medienwissenschaft die operative Ebene, wo zeitkritische u. a. Elemente ins Spiel kommen, Kanäle, Rauschen etc.

- Beamen als Informationsübertragung; mathematische Weltbeschreibung; Raumzeitkontinuum; Ununterscheidbarkeit Information / Wirklichkeit = Zeilinger 2003

- Quantenmechanik "erste Theorie der Physik, deren Grundbegriffe überhaupt keine Deutung haben, die nicht explizit auf die *Möglichkeit von Messungen* bezogen wäre" = Weizsäcker 1974: 154

- Quantenmechanik "beobachtet die Natur, indem sie die Gegenwart ihrer Messgeräte beobachtet. Diese aber sind raumzeitlich nicht auflösbar, sondern nur - statistisch" = Wolfgang Hagen, *Gegenwertsvergessenheit*: Lazarsfeld, Adorno, Innis, Luhmann, Berlin (Merve) 2003, 17. Damit bricht "die phänomenologische Brücke, die der Monismus Bergsons zwischen Wahrnehmung und Materie baut, definitiv zusammen" = ebd.

- Rolle der Meßmedien: "Physik beschreibt die Natur, wie sie sich zeigt, wenn sie mit realen Maßstäben und Uhren untersucht wird" = Peter Mittelstaedt, *Die Sprache der Physik*, Mannheim 1972, 16; jenseits der Kappschen Organprojektion. Anti-medienwissenschaftlich sieht Heidegger kein Apriori der Apparate; wurde der Feldbegriff gerade an der Beobachtung magnetischer Ablenkung entwickelt (Oerstedt, Faraday): "Ihre <sc. neuzeitliche exakte Naturwissenschaften) Art des Vorstellens stellt der Natur als einem berechenbaren Kräftezusammenhang nach. Die neuzeitliche Physik ist nicht deshalb Exoperimentalphysik, weil sie Apparaturen zur Befragung der Natur ansetzt, sondern umgekehrt: weil die Physik und zwar schon als reine Theorie die Natur daraufhin stellt, sich als einen vorausberechenbaren Zusammenhang von Kräften darzustellen, deshalb wird das Experiment bestellt, nämlich zur Befragung, sich die so gestellte Natur wie sie sich meldet"<sup>36</sup> - Meldung, Nachrichten, Daten

- Quantenphysik an der Grenze zu technischen Medien: Beschreibung der photographischen Belichtung (Kristalle), sowie photonischer Effekt am Kathodenstrahlbildschirm; Verschränkung von technischen Medien und Quantenphysik im Akt des experimentellen Mikormessens

---

<sup>36</sup> Martin Heidegger, *Die Frage nach der Technik*, in: ders., *Reden und Aufsätze*, 2. Aufl. Pfullingen (Neske) 1959, 13-44 (29)

## "There is no Software?" Ästhetik der Programmierung

- Leibniz in seiner Schrift *De Progressione Dyadica*: "Diese Art von Kalkül könnte auch mit einer Maschine ausgeführt werden" = zitiert nach: Bauer 2009: 14

- Software als Quellcode einerseits *Text*, andererseits *Maschine*. "Sie ist Maschine nur als Text, als Text also, der wirken kann, als wäre er selbst Maschine. <...> Software weist Merkmale von Maschinen auf und weist sie nicht auf. Nur in Funktion weist sie sie auf; in Ruhe ist sie beschreibender Text. Jeder weiß, daß das Geheimnis darin liegt, daß dieser Text exekutierbar ist und daß eben darin seine Maschinenhaftigkeit besteht" = Frieder Nake, *Das algorithmische Zeichen*, in W. Bauknecht / W. Brauer / Th. Mück (Hg.), *Informatik 2001*, 2 Bde., Bd. II, Wien 2001, 736-742 (737); Einklang mit der Definition von "Medien-im-Vollzug". Zum Begriff der "Maschinenhaftigkeit" bei Nake; Reuleaux über das Wesen(tliche) der Maschine

- hat Bundesgerichtshof festgestellt, daß kein Computerprogramm ohne entsprechende elektrische Ladungen in Siliziumschaltkreisen je laufen würde = Kittler 1993: 236, unter Bezug auf: M. Michael König, *Sachlich sehen. Probleme bei der Überlassung von Software*, in: c't Heft 3 (1991), 73

## Rekursionen, Gleichursprünglichkeit: Zur Asymmetrie von technomathematischem Wissen, Medienhistorie und Wissenschaftsgeschichte

- Charles Babbage, *The Works of Charles Babbage*, Bd. 9: *The Ninth Bridgewater Treatise: A Fragment* (2. Aufl. 1838), hg. v. Martin Campbell-Kelly, London (William Pickering) 1989, xxx-39

- Bruno Latour, *Die Hoffnung der Pandora. Untersuchungen zur Wirklichkeit der Wissenschaft* [Original: *Pandora's Hope*, Harvard UP 1999], Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2002

- Wissen nicht nur im Menschen, wo es zumeist in Textform expliziert wird; implizit *haben* es jene medialen Apparaturen, die konkrete Produkte menschlichen Wissens sind und es seitdem nicht nur material aufspeichern, sondern im Vollzug zugleich auch ein anderes Wissen (mit)vollziehen. Wissen ist nicht nur des Menschen. Nimm die Zahl aus den Dingen und alles stürzt zusammen, heißt es in der Etymologie des Isidor von Sevilla um 630. Es gibt eine Form von *automathesis*, deren Modellierung die Mathematik ist. Sie zeitigt Wissen ebenso in Altgriechenland (Pythagoras) wie in der Turing-Galaxis (der Computer) in einer Weise, die zwar notwendig, aber nicht hinreichend wissenschaftsgeschichtlich beschrieben wird. Auch wenn Wissen (als Tradition)

verloren geht, bringen die Automatik von Mathematik und Physik ein Wissen wieder gleichursprünglich logisch hervor. Mag die Kultur der Maya völlig unabhängig (im historischen Sinne) vom Wissen des Abendlands mit Zwanzigerpotenzen rechnen, fügt sich diese Basis strukturell in die gleiche Logik, der auch die Zehnerpotenzen des Abendlands und die Zweierpotenz der Computer gehorchen; Abhängigkeit kulturellen Wissens von den Mechanismen der Tradition (etwa antikes naturwissenschaftliches Wissen über den Umweg syrisch-arabischer Übersetzungen im Mittelalter); lehrt die Scholastik an mittelalterlichen Universitäten die geradezu negentropische (re-) *generatio continua* als "eine unaufhörliche Schöpfung Gottes, ohne deren Wiederkehr im Minutentakt diese hingefällige irdische Welt sofort in ihr Nichts zurücksinken müsste" = Friedrich Kittler, *Von der Zukunft des Wissens, in: Wissen. Verarbeiten, Speichern, Weitergeben. Von der Gelehrtenrepublik zur Wissensgesellschaft*, hg. v. Gereon Sievernich / Hendrik Budde (= Bd. VI des Katalogs der Ausstellung *7 Hügel. Bilder und Zeichen des 21. Jahrhunderts*), Berlin (Henschel) 2000, 59-61 (59)

- Archiv der Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Faszikel N (2) Nachlaß Georg Klaus: handschriftliche Exzerpte zu Oswald Spenglers *Philosophie der Mathematik* (München: Beck, 1920, 79-131); gegenstrebige Fügung (*harmonía*), das *double-bind* der Mathematik, immer zwischen metahistorischer Gleichursprünglichkeit und diskursiver, kulturhistorischer Relativierung zu oszillieren. Zitat Spengler (S. 103): "Was eine bestimmte Zahl  $a$  und was eine unbenannte Zahl  $3$  ist ... hätte ein Grieche gar nicht angeben können." Nachfrage Klaus: "Warum war Algebra un-griechisch? Und Diophant also kein Grieche mehr?" Folgt ein weiteres Zitat (Spengler S. 118): "Geometrie heißt die Kunst des Messens" - mithin Analogrechnen -, "Arithmetik die des Zählens." Kommentar Klaus: "Eigengesetzl. des Mathem.! Aber  $\sqrt{\quad}$  und Rezeption!! im Griechischen." Weiter dann in Form eines Typoskripts (paginiert 19ff.); Auszug Spengler: "Eine Zahl an sich gibt es nicht und kann es nicht geben. Es gibt mehrere Zahlenwelten, weil es mehrere Kulturen gibt. <...> Was wir Geschichte der Mathematik nennen, vermeintlich die fortschreitende Verwirklichung eines einzigen und unveränderlichen Ideals, ist in der Tat, sobald man das täuschende Bild der historischen Oberfläche beseitigt, eine Mehrzahl in sich geschlossener, unabhängiger Entwicklungen, eine wiederholte Geburt neuer, ein Aneignen, Umbilden und Abstreifen fremder Formenwelten." Die "wiederholte Geburt" meint Gleichursprünglichkeit. Antwort Klaus: "Newton und Leibniz haben nicht von Null angefangen <...>. Es ist zwar richtig, dass der abendländische Geist seine eigene Mathematik schuf, durch ein Vernichten der ihm 'wesensfremden' Euklidischen <...>. Selbstverständlich ist die antike Mathematik eine andere wie die abendländische. Sie ist die Mathematik der Konstanten, im Gegensatz zu der Mathematik der Veränderlichen", mithin der Funktionen. Dazu Zitat Spengler: "Die Funktion ist nichts weniger als die Erweiterung irgend eines vorhandenen Zahlenbegriffs, sie ist deren völlige Überwindung." Präzision 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. Koninuum!" Spengler: "Die Null ist eine Konstante, eine ganze Zahl im linearen Kontinuum zwischen plus 1 und minus 1." Die Null

erhält damit eine Ausdehnung, gleich dem Zeitpunkt des Kathodenstrahls am TV-Bildschirm. Noch einmal Spengler: "Die Statistik gehört wie die Chronologie ins Gebiet des Organischen, zum wechselnd bewegten Leben. <...> In der klassischen Mechanik Galileis und Newtons wäre für sie kein Platz gewesen."

- soll sich auch Medientheorie vom klassisch-historischen Modell lösen; schreibt Suzanne Bachelard in ihrem Beitrag "Epistémologie et Histoire des Sciences": <zitiert von Canguilhem, "Die Rolle der Epistemologie in der heutigen Historiographie der Wissenschaften", in: Canguilhem 1979: 38-48 (41)>: "Der Historiker konstruiert seinen Gegenstand in einer idealen Raum-Zeit. Möge er sich hüten, daß diese Raum-Zeit nicht imaginär ist." Dieser Satz ist einer, der - so Canguilhem - "leider immer noch ein verborgenens Dasein in den Akten fristet" <ebd.>, und damit bereits eine radikal gegenwärtige Raum-Zeit bildet und performativ tut, was er sagt. Denn "Die Geschichte einer Wissenschaft ist so der Inbegriff der *Lektüre* einer Spezialbibliothek, dem Archiv und Speicher des Wissens, wie es von der Tafel und dem Papyrus über das Pergament und die Inkunabeln bis hin zum Magnetband hervorgebracht und ausgebreitet worden ist" = Canguilhem ebd.: 41

- definiert Carl Friedrich von Weizsäcker jenseits der historischen Dokumente (Urkunden) auch "physikalische Dokumente der Vergangenheit" als *record*, etwa ein Fossil, eine prähistorische Versteinerung. Boltzmanns Formulierung des Zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik folgend (H-Theorem) gilt: "Ein Dokument ist stets etwas a priori Unwahrscheinliches, denn um Dokument sein zu können, muß es so spezielle Eigenschaften haben, daß es mit praktischer Sicherheit nicht 'durch Zufall' entstanden sein kann" = Carl Friedrich von Weizsäcker, Der zweite Hauptsatz und der Unterschied von Vergangenheit und Zukunft, orig. in: Annalen der Physik 36 (1939); Wiederabdruck in: ders., Die Einheit der Natur, xxx 1973<???, 172-182 (177); das Dokument in einer anderen, einer "flachen" Zeitlichkeit

- Diskontinuitäten zu akzentuieren ein Imperativ medienarchäologischer Ästhetik, um den Verführungen einer Kausalvorstellung historischer Vorgängerschaft zu entgehen: "Der Atomkern muß in einer Dynamik der nuklearen Energie gedacht werden und nicht mehr in einer Geometrie der Anordnung seiner Bestandteile. Eine solche Wissenschaft hat kein Analogon in der Vergangenheit" <Bachelard 1974: 212> - ein Bruch mit Altgriechenland

- ist im Sinne Lacans noch nicht historisierte Vergangenheit in der Gegenwart aufgehoben, das fortgeltende *archive* - "eine Perspektive, die das Problem der *aktuellen* Wirksamkeit jener Geschichte in der szientifischen Kultur stellt" = Bachelard 1974: 212, wie die in der Gegenwart einer Chip-Architektur aufgehobene Vergangenheit ihrer Vorgänger. "Nur aus der höchsten Kraft der Gegenwart dürft ihr das Vergangene deuten."<sup>37</sup>

---

<sup>37</sup> Friedrich Nietzsche, Unzeitgemäße Betrachtungen. Zweites Stück: vom Nutzen und Nachteil der Historie für das Leben, zitiert in Bachelard ebd.

- Ahistorizität der Medienphysik; werden Experimente genau dann theoriefähig, wenn konsistent mathematisiert, d. h. in der Forschergemeinschaft überall / jederzeit reproduzierbar. Für hochtechnische Medien: Etwas muß als Schaltung anschreibbar sein. Ist das geschehen, ist es mit ihrer (Wissens-) "'Geschichte' im engeren Sinn" vorbei = Wolfgang Hagen, Radio, München (Fink) 2005, 10 - gleich der Aufhebung eines singulären Ereignisses, der sprachlichen oder musikalischen Artikulation, auf Tonband zeitinvariant wieder abspielbar

- sucht Hans-Jörg Rheinberger "der Naturwissenschaft den Begriff des Geschichtlichen zurück<zu>geben, der in ihren Theoriemodellen (notwendig und unwiderruflich) den mathematisierten Finalisierungsprozeduren zum Opfer fällt; situiert den Ort ihrer Geschichtlichkeit im Diskurs ihrer Experimente: materielle Historizität der Apparaturen; Rekonstruierbarkeit aber weist auf das Gleichursprüngliche

- Wolfgang Hagen, Technische Medien und Experimente der Physik. Skizzen zu einer medialen Genealogie der Elektrizität, in: Rudolf Maresch / Niels Werber (Hg.), Kommunikation, Medien, Macht, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1998, 133-173, Abschnitt 3.2 ("Gibt es eine Geschichte der Physik?") beschreibt anhand des "entscheidenden Knotenpunkts in der Geschichte der Elektrizität", nämlich Oerstedts Entdeckung der elektrodynamischen Kraft 1820 und seiner nachträglichen Erklärung über Faraday, Maxwell bis hin zu Einstein, den "historischen Schematismus in der Geschichte der Physik, die einen nicht-akzidentiellen Zufallsbegriff nicht kennt" = ebd.

- "'Zufall' folgt vielmehr einem wesenslogischen Muster der Substantialität von Gesetzen, denen Experimente und deren Replikation im Prinzip beliebig vorangehen oder nachfolgen können. In ihrer wesenslogisch schematisierten Geschichte kann die Physik also Zeitpfeile beliebig hin- und herschieben. Steht ein Naturgesetz einmal fest, ist es durch Meßverfahren und replizierbare Experimente immer wieder nachweisbar. Genügen schließlich noch Verfahren und Experimentalbedingungen der 'Selbstkonsistenzvorschrift' der physikalischen Theorie, dann wird die Historizität der Experimentalgeschichte dieses Gesetzes ausgelöscht" = Hagen a.a.O., Abschnitt 3.2

- Genesis und Geltung im unversöhnlichen Widerstreit: "Der Entropiesatz, demzufolge der probabilistische Zufall besagt, daß alle Dinge von einem unwahrscheinlicheren in einen wahrscheinlicheren Zustand übergehen, gilt eben weder für die Gesetze der Gravitation oder Elektrizität, noch für die Herausbildung dieser Gesetze im physikalischen Diskurs selbst. Es gibt keinen Evolutionismus der Physik, Geschichte in der Physik ist inexistent, soweit die Physik das sieht" = Hagen a. a. O., Abschnitt 3.2. Dem entspricht der medienarchäologische Blick, der die ahistorische Logik elektrophysikalischer und technomathematischer Verhältnisse am Werk der Medien sieht, invariant gegenüber einer diskursiv relativierenden Mediengeschichtsschreibung.

- mechanische Abnutzung (Phonograph) und elektrische respektive (mit Verstärker) elektronische Tonaufzeichnung (Telegraphon): "Diese Lautschrift ist permanent; wie Herr Poulsen mir mitteilte, wurde bei einer Untersuchung nach 10.000 Reproduktionen noch keine Abschwächung konstatiert. Bedeutungsvoll ist auch die immaterielle Natur der Lautschrift, die nicht, wie beim gewöhnlichen Phonographen, der mechanischen Zerstörung ausgesetzt ist"<sup>38</sup>; anstelle der invasiven Tonschrift bei Edison Aufzeichnung durch das Vorbeiführen eines Strahldrahtes an einer elektromagnetischen Spule; aus Telephondraht als Übertragungskanal wird hier das Speichermedium im Zeitkanal; nicht mehr Signale durch die Leitung bewegt, sondern der Leiter entlang dem technischen Hörer; dazwischen der Spalt am Tonkopf

- legt Eichhorn unter Bezug auf Richard Semons Werk *Die Mneme* nahe, "die, durch direkte Beobachtung unwahrnehmbaren, aber nach Jahrzehnten noch zu reproduzierenden 'Engramme' des Poulschen Telegraphons zu der Mneme der lebendigen Substanz in Parallele zu setzen, bzw. in ihrem Wesen eine gemeinsame Beziehung zu vermuten" = Eichhorn 1912: 245; kulturtechnische *Memetik*; "Virtualisierung eines Überlieferungsgeschehens, das ohne Berührung auskommt"<sup>39</sup>

- verfaßt Charles R. Gibson Anfang des 20. Jahrhunderts die *Autobiography of an electron*; läßt darin - in jedem Sinne *avant la lettre* - ein Elektron das erzählen, was heute die "Wissensgeschichte" der Elektronen genannt werden würde, indem es zunächst an das vernehmende Gehör eines Menschen appelliert. Gleich eingangs von Kapitel 1 heißt es hier: "Es gibt Menschen, die erzählen, wir seien erst seit wenigen Jahren auf der Erde. Diese Behauptung ist natürlich recht töricht. Entdeckt wurden wir allerdings erst vor ganz kurzer Zeit, vorhanden waren wir jedoch schon immer."<sup>40</sup> Wieder das *double-bind* von historischem Index und ahistorischer Vorgänglichkeit (Gleichursprünglichkeit). Thales von Milet experimentiert mit dem Bernstein-Funken; lange bleiben Instrumente mangelhaft, um auf die mikrophysikalische Ebene der Elektronen vorzudringen. Anhand von Kathodenstrahlphänomenen im evakuierten Rohr werden sie manifest.

## COMPUTERMUSIK

### Implizite Musikalität des ENIAC

---

<sup>38</sup> Gustav Eichhorn, Das Telegraphon, in: Emil Abderhalten (Hg.), Fortschritte der naturwissenschaftlichen Forschung, V, Berlin / Wien 1912, 241-245 (241)

<sup>39</sup> Stefan Rieger, Richard Semon und/oder Aby Warburg. Mneme und/oder Mnemosyne, in: Deutsche Vierteljahresschrift für Literaturwissenschaft und Geistesgeschichte, Sonderheft 1998 (Medien des Gedächtnisses, hrsg. v. Aleida Assmann / Manfred Weinberg / Martin Windisch), 245-263 (263)

<sup>40</sup> Charles R. Gibson, Was ist Elektrizität? Erzählungen eines Elektrons, autorisierte dt. Bearb. v. Hanns Günther, Stuttgart (Kosmos Franckh) 1911, 11

- überführt Vakuumröhre die Welt kontinuierlicher mechanischer Bewegung in lineare Netzwerke kontinuierlicher elektromagnetischer Schwingungen (Argument Martin Carlé)

- Beginn von Computermusik *musikwissenschaftlich* die *Illiac Suite for string quartet*, programmiert, ausgerechnet und ausgestanzt 1956 auf dem Illinois Automated Computer. "Mit 2800 diskret arbeitenden Elektronenröhren und einer algorithmischen Vorschrift gelingt Lejaren Hiller und Leonard Isaacson jenes kompositorische Meisterstück – den Zufall identifizierbar zu notieren – an welchem Karl-Heinz Stockhausens analoge Editionsarbeit seit seiner 'Elektronischen Studie II' verzweifelt laboriert" (Carlé)

- "Medienarchäologisch jedoch vollzieht sich der musikhistorische Umbruch an der Notenschrift, von graphischer Musiknotation zu algorithmischer Komposition, weniger am überlaut beschworenen Paradigmenwechsel von analog zum digital, sondern vielmehr an einem zu verstärkenden zeitdiskreten Schaltverhalten analoger Röhren und der Architektur des Computers. Denn sowenig der ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Calculator) als erster Röhrenrechner schon ein Computer im informatischen Sinne war, sowenig war die elektromagnetische Schaltfrequenz seiner Röhren bereits ins auditive jenseits der Hörgrenze beschleunigt worden. Obwohl der diskrete Nachbau Vannavar Bushs 'Differential Analyzer' zur Lösung analoger Schwingungsgleichungen bereits mit 100kHz getaktet wurde, erforderte sein paralleles Operationsprinzip dennoch eine komplizierte Pulsdivision um mehrere Faktoren für die nach Rechenarten unterschiedlichen Rechenwerke. Kurz, der als 'Differential Analyzer' gebaute ENIAC war eigentlich das Masterpiece eines 'differential Synthesizers'" (Carlé)

- erstes Programm, das im Juni 1948 auf Manchester "Baby" Mark I lief, eine Faktorisierung; eine aktuelle Maschine [www.mathe-paradies.de](http://www.mathe-paradies.de), Thema "Faktorisieren": "Das Tool eignet sich also auch zum Auffinden 'versteckter' binomischer Formeln."

- mit dem ILLIAC 1952 die so genannte Von-Neumann-Architektur schließlich implementiert

- zur Einrichtung von Programmspeicher und Sequenzialität physikalisch real schwingende Quecksilber DelayLines notwendig: Ultraschall; deren Schreib- und Lesezugriffe ihrerseits von "musikalischer" (nämlich synchronisierter) Natur

- zeitkritische Musikalität der Rechner an der technikhistorischen Schaltstelle von Elektronischer Musik und Computermusik; unter Einsatz von MatLab® und Simulink® Teile des ENIAC und des ILLIAC in Echtzeit zu simulieren. "In der methodischen Verschränkung von medialer und akustischer Archäologie soll hörbar werden, welche epistemischen Umbrüche die Operationalisierung des Taktes zum Programm – das logische Programm Illiac Suite schon in seiner akustischen Ausführung *a/s*

Illiac Suite - zu verstehen gibt" (Carlé)

## Algorithmisches Komponieren

- algorithmische "Musik" (computerbasiert, d. h. symbolische Ordnung, implementiert ins ZeitReal) im Unterschied zur analog-elektronischen Elektroakustik (wirklicher oder sonisch implizierter Klang)
- das Zeitbasierte in Programmierung und den Algorithmen: "Mithilfe der Akustik lassen sich Zeitstrukturen viel besser herausarbeiten, als zum Beispiel am Bild" (Kommunikation Georg Trogemann, September 2003)
- fielen in Frühzeit der elektronischen Musik Klangsynthese und Klangbearbeitung einerseits und die algorithmisch berechnete Zusammensetzung (Komposition als Partitursynthese) noch auseinander
- aktuelles *live-coding* in Programmierumgebungen wie SuperCollider und Chuck hingegen integrieren diese Schritte ineins; Golo Föllmer, Audio Art, Berlin 2003; ermöglicht Manipulation von Ausführungszeit in Form direkter Eingabe von Codebefehlen *on the fly*, sprich: in Echtzeit
- Ge Wang / Perry R. Cook, On-the-Fly Programming. Using code as an Expressive Musical Instrument, in: Proceedings of the 2004 International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME), [http://goo.gl/W\\$WLER](http://goo.gl/W$WLER), unterscheiden zwischen Zeit und Dauer; Kritik Bergsons an (techno-)mathematisierter Zeitgabe; vordefinierte Variable "now", Typ *time* innerhalb von Chuck-Zeit
- Komponist wird zugleich Ausführer; Codezeilen statt bisheriger Partitur
- Live Coding Programmierumgebungen beruhen notwendig auf Interpreter-basierter Implementierung, keine paketweise Programmkompilierung wie für prozedurale Sprache; Interpreter "interpretiert" Quellcode zur Laufzeit, erzeugt also keinen zwischenzeitlichen Maschinencode für Prozessor, sondern fungiert selbst prozessoral
- Martin Supper, A few Remarks on Algorithmic Composition, in: Computer Music Journal, Bd. 25, H. 1 (2001), 48-53
- Iannis Xenakis, Formalized Music. Thought and Mathematics in Composition, Hillsdale (Pendragon Press) 1992
- Moore, F. R. (1996) *Dreams of Computer Music - Then and Now*, in: Computer Music Journal, Bd. 20, H. 1, S. 25-41
- Curtis Roads et al., The Computer Music Tutorial, Cambridge, MA (MIT Press) 1999

- Koenig, G. M. (1967): *Notizen zum Computer in der Musik*, in: R. Pfau et al (Hrsg.) (1991): *Ästhetische Praxis. Texte zur Musik*, Bd.2, Saarbrücken: Pfau

- Hiller, L. (1963): *Informationstheorie und Computermusik*, (Hrsg. v. T. Ernst) Darmstädter Beiträge zur Neuen Musik, Mainz: Schotts Söhne; Hiller, L., L. M. Isaacson (1959): *Experimental Music. Composition with an Electronic Computer*, New York: McGraw-Hill

- Brün, H. (1971): *Über Musik und zum Computer*, Karlsruhe: Braun; Chaitin, G. J. (1987): *Algorithmic information theory*, Cambridge: Cambridge University Press; Förster, Heinz von (ed.) (1969), *Music by computers*, New York: Wiley

- Musik, auf Rechenautomat Mark IV im Computation Laboratory der Harvard-University komponiert; ungleich "elektronische Musik". "Der Automat benutzte hierfür nicht etwa Kompositionslehre, sondern rein statistische Methoden. 37 verschiedene Lieder von ähnlichem / Typ wurden in den Rechner eingegeben und von ihm analysiert. Dabei untersuchte der Rechenautomat, wie oft die einzelnen Töne und Tonfolgen auftreten. [...] Hier bei [...] entsteht jede Note aus einer Zufallszahl unter Berücksichtigung der durch die Analyse ermittelten Gesetzmäßigkeiten. Das [...] gehört Stück klang unmelodisch. Werden aber bei er Analyse Tonfolgen berücksichtigt, so ergeben sich wohlklingende Melodien [...]" = Alwin Walther, Bedeutung und Auswirkungen der modernen Rechenanlagen, in der Schriftenreihe: Forschungsrat des Landes Hessen, Berlin / Zürich (Gehlen) o. J., 1-36 (36). "Treibt man es aber zu weit, indem man nämlich den Rechenautomaten veranlaßt, zu lange Tonfolgen auszuzählen, so entstehen Kopien der ursprünglich eingegebenen Lieder" - ein "technomathematisches Plagiat" = Walther ebd.; *Monolog der Terry Jo* (Max Bense)

- Tonale Mikro-Protention: <http://audio.uni-lueneburg.de/webseiten/hyper3/htm/will.htm>; Anfang der achtziger Jahre im Rahmen des Forschungsvorhabens *Mathematische Musiktheorie* an der TH Darmstadt das computergesteuerte Musikinstrument "MUTABOR" (= MUTierende Automatisch Betriebene ORgel) zur Untersuchung der mikrotonalen Abstufungen in der tonalen Musik entwickelt; Grundidee des Tasteninstrumentes MUTABOR: die Töne werden mit ihrer Tonhöhe jeweils erst nach Tastenanschlag berechnet und erklingen trotzdem ohne hörbare Verzögerung, mithin in Echtzeit

## **Computerhardware-Musik**

- Mißbrauch von Computerhardware zur Musik-Erzeugung: geöffnete Festplatte spielt den "Imperial March" aus "Star Wars"  
<http://www.youtube.com/watch?v=dmoDLyiQYKw> - zwei 3,5- und zwei 5,25-Floppy-Laufwerke spielen Bachs "Toccat und Fuge E-Moll"  
<http://www.youtube.com/watch?v=6xKp5HD8fzg> - Rhythmus-Experimente

mit einem 9-Nadel-Drucker

## **Xenakis' UPIC**

- geht das Elektronisch-Akustische dem Bild voraus, weil es einerseits als eindimensionales Signal technisch leichter beherrschbar und/oder auch kulturtechnisch eingespart ist; so läuft Sutherland's "Sketchpad" (1963) Xenakis' UPIC voraus. "Da die akustischen Signale ihre Werte nur in einer Dimension abtragen, nämlich in der Zeit, stehen sie in einer sehr einfachen Beziehung zu den verschiedenen Arten der Codierungen" = Heidenreich 2004: 79

- hat Xenakis sein System bereits vor Ivan Sutherlands "Sketchpad" (1963) konzipiert - ein Vorlauf akustischer Signalverarbeitung (als "zu vollziehende", durchaus gerundiv!) vor den optischen Mensch-Maschinen-Schnittstellen (wieder zu entdecken, gegen die Suprematie der optischen Interfaces)

- das UPIC-System von Iannis Xenakis seit frühen 1950er Jahren konzipiert; erste Version am Forschungszentrum CEMAMu späte 1970er. "Instead of a keyboard to perform the music, the UPIC's performance device is a mouse and/or a digital drawing board. These are used to trace the composer's graphic score into the UPIC computer program, which then interprets the drawings as real time instructions for sound synthesis-the composition/performance of a graphic musical score and real-time sound synthesis are unified by the UPIC's approach."

"Xenakis' *Mycenae Alpha*, the first work entirely realized on the UPIC, opens the set, which also includes the first issuance of his legendary *Polytope de Cluny*. In 1980, Julio Estrada composed his one and only UPIC work, *eua'on*, an experience that resulted in a veritable revolution in the composer's approach. Also included is his large orchestral work *eua'on'ome*, an orchestral realization of the original UPIC score. In the 1990s, the UPIC system fascinated a whole new generation of composers including Brigitte Robindor? Takehito Shimazu, Nicola Cisternino and Gerard Pape (CCMIX's director). Jean-Claude Risset and Daniel Teruggi, coming, respectively, from the direct computer music synthesis, and the "acousmatic" approaches, also found ways to make the UPIC system their own in the 1990s."

## **Computergenerierte Poesie (Borges, Leibniz)**

- Leibniz' Fragment *Apokatastasis panton* sucht eine Bibliothek zu konstruieren, in der die gesamte zur Realität gekommene Geschichte der Menschheit gespeichert ist: "Die Texte kämen durch ein konsequentes Durchspielen aller möglichen Buchstabenkombinationen zustande. Gegeben seien Folianten von je 10.000 Seiten zu hundert Zeilen <...>. Die Zahl der Bücher, die aus dem Material der Schrift durch alle möglichen Kombinationen entstehen würden, wäre durchaus endlich. Entsprechend

dem prähistorischen Zeitalter, sind für Leibniz Erlebbares und Protokollierbares, also `wirkliche´ und `geschriebene´ Geschichte - noch kongruent. Ein Benutzer dieser Bibliothek müßte die Exemplare mit sinnvollen Buchstabenkombinationen und damit entzifferbaren Geschichten herausfinden" = Ulrike Steierwald, Wissen und System: zu Gottfried Wilhelm Leibniz' Theorie einer Universalbibliothek, Köln (Greven) 1995, 65. Doch ist allein Semantik ein Maß für Ordnung? definiert Borges das Gesetz der Bibliothek: "Daß sämtliche Bücher, wie verschieden sie auch sein mögen, aus den gleichen Elementen bestehen: dem Raum, dem Punkt, dem Komma, den zweiundzwanzig Lettern des Alphabets."<sup>41</sup>

- Leibniz' Versuch, ein virtuelles Gesamtprotokoll der Welt zu *kalkulieren*, d. h. aus einer *auf*, nicht *erzählenden* Kombinatorik aller verfügbaren Buchstaben hochzurechnen; Genre der Annalen und Chroniken: „ich habe dadurch alles was erzehlet werden soll, gefunden" = Leibniz an den Herzog Johann Friedrich von Braunschweig-Lüneburg, ca. 1671; Hans Blumenberg, Die Lesbarkeit der Welt [\*1983], 3. Aufl. Frankfurt/M. 1993, 121-149 (128 ff.), über Leibniz' Phantasie Apokatastasis (Fragment von 1715); erst als (Symbol-)Folge aufschreibbarer Ereignisse, Prozesse als Geschichte faßbar, speicherbar, berechenbar, übertragbar; kalkuliert Leibniz für die Notation jeder privaten Lebensstunde eines Individuums 10 000 Lettern und hat damit Subjektivität finit berechenbar gemacht: "Also eine Seite von 100 Zeilen, jede zu 100 Buchstaben berechnet. <...> Daher würde für ein Werk, welches die annalistische Geschichte des ganzen Menschengeschlechts bis in alle Einzelheiten enthält, eine Anzahl von Buchstaben nicht überschritten zu werden brauchen, welche sich auf hunderttausend Millionen <...> beliefen" = Leibniz in Ettliger 1921: 29; was sich der binären Logik entzieht, so nicht mehr faßbar: „semper enim forent discrimina etsi imperceptibilia et quae nullis libris describi possint“<sup>42</sup>

- erst Textformat Buch gibt Buchstabenmengen eine diskrete Form; geht Leibniz „auf all die denkbaren Bücher zurück, die überhaupt aus beliebigen Kombinationen von Buchstaben zu Wörtern zustande kommen könnten: *ex vocabulis significantibus vel non significantibus*" = zitiert nach Blumenberg 1993: 130; Unterscheidung von Semantik und Unsinn wird damit zunächst hinfällig; im Sinne der mathematischen Nachrichtentheorie haben hier ein Höchstmaß an potentieller *Information*; kombinatorische Universalbibliothek hat zunächst keinen menschlichen Leser. "Weshalb sollte sie auch? Die überwältigende Masse ihres Bestandes wäre ganz und gar wertlos [...] Dämonen vom Typus der Laplaceschen Intelligenz. Für diesen wären die wahrheitshaltigen Bücher ebenso nutzlos wie die sinnlosen" = Blumenberg 1993: 133

---

<sup>41</sup> Jorge Luis Borges, Die Bibliothek von Babel. Erzählungen, Stuttgart (Reclam) 1974, 51, zitiert nach: Steierwald 1995: 58

<sup>42</sup> Gottfried Wilhelm Leibniz, Apokatastasis panton, zitiert nach: Blumenberg 1993: 141 = in: Max Ettliger, Leibniz als Geschichtsphilosoph, München 1921, 31; dazu Bernhard Siegert, Frivoles Wissen. Zur Logik der Zeichen nach Bouvard und Pécuchet, in: Hans-Christian v. Herrmann / Matthias Middell (Hg.), Orte der Kulturwissenschaft. 5 Vorträge, Leipzig (Universitätsverlag) 1998, 15-40, bes. 28-33

- Gedankenalphabet macht Denken mechanisch kalkülisierbar; Leibniz' algebraischer Kalküls veräußert das Denken an ein formalsprachliches Beschreibungsinstrument; Medienarchäologisierung, d. h. verdinglichte Mathematik; allein im Rahmen dieses geschlossenen Zeichensystems "Wahrheit und Falschheit einer Aussage [...] durch die Syntax zu beantworten" <Steierwald 1995: 42> - Verabschiedung der Semantik; steht am Ende dieser Bibliothek "die Rechenmaschine" = Werner Künzel / Peter Bexte, Allwissen und Absturz. Der Ursprung des Computers, Frankfurt/M. / Leipzig (Insel) 1993, 540; auf Seiten einer Informatik, die auch die scheinbare Tiefendimension von Semantik syntaktisch entziffert, statt geisteswissenschaftlicher Hermeneutik

### **"Hörbares Rechnen" (mit PASCAL)**

- wenn alle rechenbaren Permutationen von Bit-Anordnungen auf einer Compact Disc oder in einer mp3-Datei durchgespielt, bald keine neue Musik mehr: video <http://www.youtube.com/watch?v=DAcjV60RnRw#> (Hinweis Henrik Pantle, November 2012); hat Gottfried Wilhelm Leibniz seinerzeit für das Feld des buchstäblichen Alphabets (also Texte) einen Text namens "Apokatastasis panton" verfaßt - die Wiederkehr von Allem; ermöglicht gesampelte und quantisierte Musik dies nun sonisch

- "Musik ist so gesehen die reinste Form dieser maschinellen Betätigung" = Wiener 2005: 213 - alles Andere als eine Metapher, wenn *computing* konkret und mit medienarchäologischem Verstand begriffen wird. Da die Tätigkeit einer diskreten elektronischen Rechenmaschine vornehmlich im rekursiven Durchlaufen von (Sub-)Zyklen besteht, lag es nahe, diese Zyklen vermittelt eines elektroakustischen Wandlers buchstäblich abzuhören und die Zahlen mit Hilfe eines Lautsprechers durch Anschluß eines Lautsprechers an ein Flipflop in einem zentralen Rechenregister wiederzugeben. Die Spannungsänderungen dieses Flipflops beim - in zweifachem Sinne des Zeitgeschehens - "Passieren von Zahlen werden dann hörbar" - entweder nur als zischendes Geräusch (weil ultraschnell), oder als Geräusch mit der deutlichen Regelmäßigkeit eines *Techno*-Beats; "manchmal erhält man sogar einen T o n."<sup>43</sup> Jedes (Teil-)Programm zeitigt somit eine eigene Geräuschfolge, an der man es geradezu als hochtechnische Komposition von Computermusik erkennen kann. Diese dient nicht der ästhetischen Erbauung, sondern ermöglicht "die Kontrolle der richtigen Arbeitsweise der Rechenmaschine" = Nijenuis ebd.

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

---

<sup>43</sup> W. Nijenuis (Philips-Forschungslaboratorium Eindhoven), Hörbares Rechnen der PASCAL, in: Philips' Technische Rundschau, 24. Jg. 1962/63, Nr. 4/5, 169-174 (169)

veritable Algorithmythmik. "[E]s ist singulär in der Geschichte der Menschheit, daß eine Kultur überhaupt versucht hat, mit reellen Zahlen die Welt zu berechnen und zu beherrschen" = Friedrich A. Kittler, Die Maschinen und die Schuld, im Interview durch Gerburg Treusch-Dieter in: Freitag Nr. 52/1, 24. Dezember 1993

- Nijenhuis-Aufsatz: Erklärung der Sonifikation einer Fourier-Analyse (!); hier wird die implizit sonische mathematische Analyse selbst zum Klangobjekt. Am Ende des Artikels ferner: bewußte Programmierung eines Computers zur Erzeugung einer Mozart-Melodie - oder auch der "sogenannten stochastischen Musik"

- "Turing-Techno: So klingt die älteste elektronische Musik der Welt" (Lars Fischer); [http://www.spektrum.de/news/so-klngt-die-aelteste-elektronische-musik-der-welt/1424366?utm\\_medium=newsletter&utm\\_source=sdw-nl&utm\\_campaign=sdw-nl-daily&utm\\_content=heute](http://www.spektrum.de/news/so-klngt-die-aelteste-elektronische-musik-der-welt/1424366?utm_medium=newsletter&utm_source=sdw-nl&utm_campaign=sdw-nl-daily&utm_content=heute): "Neuseeländische Forscher haben eine Tonaufnahme aus dem Jahr 1951 restauriert - mit der ersten computergenerierten Musik der Welt. Die auf der Aufnahme zu hörenden Musikstücke entstanden im Keller des Computing Machine Laboratory in Manchester, das von dem Computer-Pionier Alan Turing geleitet wurde. Neben der britischen Nationalhymne "God save the King" erkennt man eine eher poppige Wiedergabe des Kinderlieds "Baa Baa Black Sheep" und den Anfang von Glenn Millers "In the Mood"

Jack Copeland sowie Komponist Jason Long berichten: die im Jahr 2008 aufgespürte Originalaufnahme stark verzerrt und gibt die Tonhöhen nur ungefähr wieder. Glücklicherweise geben die noch vorhandenen Handbücher der Maschine Auskunft darüber, welche genauen Frequenzen der Lautsprecher des Manchester Electronic Computer Mark II erzeugt. Anhand dieser Informationen rechneten die beiden Wissenschaftler die Verzerrung heraus und rekonstruierten so den exakten Sound des Originals."

- das hermeneutische Supplement als Rauschen gegenüber der reinen Berechenbarkeit: "Hier kann man die zwei Minuten lange Rekonstruktion des Originals samt Kommentaren der Beteiligten anhören."

- "Die ersten Programme zur Wiedergabe von Geräuschen stammen von Alan Turing selbst. Er hatte festgestellt, dass man verschiedene Töne im Lautsprecher erzeugen kann. Dazu muss man dem Computer Anweisung geben, eine Serie kurzer Stromimpulse zu senden, die im Speaker jeweils ein kurzes "Klick" erzeugen - und gemeinsam je nach den Abständen der Einzelklicks ein Brummen mit einstellbarer Tonhöhe. *Da die Impulse allerdings nicht beliebig, sondern nur im Rhythmus der Taktschritte des Computers gesendet werden konnten, traf der Mark II meist nicht exakt den Ton, sondern verfehlte ihn technisch bedingt um ein oder zwei Hertz.* Deswegen war es eine echte Herausforderung, auf dem Gerät Melodien zu spielen: Es reichte nicht, einfach nur dem Computer die Noten einzuprogrammieren. Der junge Lehrer Christopher Strachey, der die ersten Melodien für den Computer programmierte, musste vielmehr die Verhältnisse zwischen den Tonhöhen richtig treffen - unter

Berücksichtigung der technischen Einschränkungen des Computers; schwierige Optimierungsaufgabe wies Copeland und Long den Weg zur Rekonstruktion der Originaltöne: Die unbearbeitete Aufnahme enthielt Töne, die der Computer im Jahr 1951 schlicht nicht erzeugen konnte. Die beiden Forscher schoben diese "unmöglichen" Töne auf technisch realisierbare Frequenzen und prüften, ob alle anderen Töne nach der Bearbeitung ebenfalls für den Computer spielbar gewesen wären."

## "Digitale" Musikbegriffe

- Nikita Braguinski, Diss. *Random* über Pseudo-Zufall in der Computerspielmusik; Visualisierungsverfahren mit Ulam-Spirale; Linear Shift Register in frühen Atari-Spielkonsolen: erzeugten pseudo-zufällige Klangfolgen

- medienarchäologische Koevolution von Musik, Mathematik und Technik; unter umgekehrten Vorzeichen: "Musikalisierung" des Computers; Algorhythmik (Miyazaki) ungleich "Computermusik" (Komposition ILLIAC Suite)

- Zwölftonmusik: Am Ende seines Aufsatzes „Von Pythagoras zu Josef Matthias Hauer“ (1947) beschreibt Heinz von Förster die Hauerschen Zwölftonmusik, „in der überwältigenden Gesetzmäßigkeit ihres inneren Ablaufes“; wird jeweils aktuell generiert, braucht also nicht von Schallplatte abgespielt zu werden; hat sie mit dem Rechner gemeinsam, wo nicht Musik abgespeichert ist, sondern sich aus Algorithmen je aktuell generiert - jenseits des Gedächtnisses

- qualitativer Sprung in neuartigen Zugangsweisen zu antikem Wissen von *mousiké* liegt in einer anderen Archäologie von Gnaden der Medien selbst: machen bislang unspielbare theoretische Annahmen über altgriechische Musikstimmung, gerade weil sie im Kern auf der Gleichstellung von Musik und Mathematik beruhen, im rechnenden Raum nachvollziehbar und an der Schnittstelle Maschine-Mensch phänomenologisch wiederum als Musik erscheinen - "seit der Konstitution von Tönen und Melodien mit digitaler Signalverarbeitung" = Martin Carlé, *Geschenke der Musen im Streit ihrer Gehörigkeit*

- Gerard Alberts "Körperlichkeit des Rechnens, oder Warum die Rechenautomaten Lautsprecher hatten" (Kolloquium *Medien, die wir meinen*)

- John Chowning 1967, Prinzip der FM Synthese zur Erzeugung synthetischer Klänge; erlaubte erstmals, realistisch anmutende Instrumentenklänge zu erzeugen und die menschliche Stimme nachzubilden; Grundlage für den Durchbruch digitaler Synthesizer, Yamahas DX7 ab 1983. Yamahas Synthesizer nichts anderes, als auf bestimmte Funktionen reduzierte Computer; führten Musiker an digitale Soundtechnologien heran. Anwendungen der FM-Synthese bis zu den

## Sounds von Mobiltelefonen omnipräsent

- mit der Fourieranalyse wird die Zeitdomäne des Klingenden in den Frequenzbereich, d. h. diskrete, numerische Mathematik überführt
- "gibt es" Musik nur vermögens der Organisation von symbolisch fixierter (archivierter) Notation; "es" gibt Klang als neue Form von Signalerfahrung im Vernehmen differenter Tonqualität und Stimmweisen; das gebende "Es" nunmehr der "musikalische" Algorithmus
- Datasette (akustische Kodierung) und die „stumme Akustik“ der Verzögerungsspeicher
- Granularsynthese: Klangpartikel als kurze Samplefolgen; „Schall“ findet nicht im Rechner statt. Doch nur scheinbar wird hier der Raum des Symbolischen (der Notenschrift) unterlaufen; auf der Ebene der Samplewerte herrscht Diskretheit; vgl. Rückkehr des Buchdrucks - dessen Epoche von den signalverarbeitenden Analogmedien zunächst beendet schien, die dann aber selbst zur Zwischenepoche wurde - im alphanumerischen Code des Computers
- altgriechisches Interesse an Mathematik nicht funktional, sondern theoretisch: "das Erforschen der Bedingungen der Möglichkeit des Ausrechnens. Und so lässt sie die >Verhältnisse<, die λόγοι, stehen und schaut sie sich an. Die Griechen sind die Erfinder der reinen Theorie (...)"<sup>44</sup>
- Zweifel am pythagoreischen Modell, Musik in Mathematik aufgehen zu lassen. Die Welt, für die auch Elektrophysik (im Unterschied zur digitalen Ästhetik) steht, bringt Zeit ins Spiel: "In der Instrumentalmusik, in der Klang und Zusammenklang klar geschieden sind, existiert ein Tongemisch nur mit den Merkmalen des Einschwingvorgangs und der Hüllkurve (Anschlag und Verklängen); elektronisch dagegen läßt sich etwas so Widerspruchsvolles wie etwa ein 'stationärer Glockenklang' mühelos realisieren" <Eimert 1954: 171>. Doch es bedarf dazu der Tonfähigkeit elektronischer Instrumente, dies zu verwirklichen.
- bildet "Musik", obgleich als klingende Realität referenziert, dennoch vielmehr ein Denkmodell, eine Organisationsform des einzig Realen daran: des Raums der Notation (Archiv, Bibliothek), zu der sich alle anderen indexikalischen Spuren (Materialität des Klangs) suppelementär verhalten
- Franz Liszts Briefe. Für literarische Überlieferung solcher Art gilt - ebenso wie für Aufführungen seiner Kompositionen von Partitur - die nahzeitliche "Kanalkodierung" des symbolischen Codes: einmal entziffert, staucht diese Lesung die "historische" Distanz (i. S. der physikalisch vergangenen Zeit) zur resonanten, wiedererkennenden Affinität

---

<sup>44</sup> Johannes Lohmann, Musiké und Logos, Musikwissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 1970, 11

## Informationstheorie und Musik (Hiller, Foucault)

- Lejaren A. Hiller, Informationstheorie und Musik, in: Ders. (Hg.) Informationstheorie und Computermusik. Zwei Vorträge, gehalten auf den Internationalen Ferienkursen für Neue Musik Darmstadt 1963. Mainz 1964

- Alan Fabian, Informierte Musik. Informationstheoretische Musikbildnisse in den 1950/60er Jahren, in: Die MusikTheorie. Zeitschrift für Musikwissenschaft 25/3 (2011), 223-234

- Zeitreihenanalyse: "Statistik beschreibt Häufigkeiten und Verteilungen im Raum, Stochastik beschreibt Ereignisse als Sequenzen in der Zeit, quantifiziert also die Wahrscheinlichkeiten, mit der Symbole als Sequenzen in der Zeit aufeinander folgen. Nicht mehr nur Frequenz, Häufigkeit oder Verteilung der Buchstaben, sondern die mathematische Beschreibung der Übergänge, die Bindungen der Buchstaben bzw. Elemente technischer Sprachen als Folgen aufeinander" = Roch 2009: 112

- stochastische Quelle, die in den diskreten Zeichen der Musiknotation besteht; Zeichenfolgen, die dieser Quelle entspringen: Kompositionen, die in einer musiknotationellen Zeichenstruktur bestehen. Diese Zeichenstrukturen sind syntaktisch analysierbar mittels Statistik. Die Informationsmaße, aus denen die einzelnen (Folge-)Wahrscheinlichkeiten für die musikalischen Zeichen errechenbar sind, die Musikstilistik, die sich in den (Musik-)Informationsmaßen abbildet sowie die (computerisierte) Musiksynthese dieser informationstheoretischen Analyseergebnisse

- sucht Hiller mit seinen Statistiken in Bezug auf Folgewahrscheinlichkeiten musikparametrischer Einheiten („Harmonie [...], Dauer der Harmonie [...] usw.) nach eben solchen Regelmäßen (Aussageregelmäßigkeiten) in Kompositionen (Aussagen)

- Alan Fabian, "Foucaults Archäologie, informierte Musikanalyse und Musikmedienarchäologisches zu Musiknotaten", 112: "In den diskursiven Formationen ‚gräbt‘ der Foucaultsche Archäologe nach den „Verteilungsgesetz[en]“ 20, die die Aussageregelmäße ausbilden <...>. In der informierten Musikanalyse findet sich eine solche (da mathematisch formuliert, meint formalsprachlich) non-diskursive Praxis in den Übergangswahrscheinlichkeiten: <...> wie wahrscheinlich ist es, dass eine bestimmte Harmonie <...> auf eine <...> oder mehrere <...> bestimmte Harmonie/n folgt."

- 113: "Die Signaturen der Musikstile (diskursive Formationen, genannt ‚Wiener Klassik‘ etc.), die in diesem ‚Archiv des musikstilistischen Wissens‘ zur aussagenhaften Reproduktion bereitstehen, sind die jeweils errechneten informationstheoretischen Maße:  $H = \sum p_i \log_2 p_i$ "

## Elektroakustik - ein Zwischenspiel<sup>45</sup> der Musikgeschichte?

---

<sup>45</sup> Diese Formulierung spielt an auf Siegfried Zielinski,

- inwieweit die Elektroakustik zur Zwischenepoche geworden ist - jenseits der klassischen Instrumentalmusik, aber diesseits der Digitalisierung

"...wie die Zeit verging..." lautet das Thema von Heft 19 (1981) der *Musik-Konzepte*, gewidmet Karlheinz Stockhausen.<sup>46</sup> Damit ist die historische Epoche der Elektronischen Musik angesprochen, in Anspielung auf Stockhausens frühem Aufsatz "Wie die Zeit vergeht", in welcher nicht die makrohistorische, sondern die mikrotemporale Musikzeit gemeint ist<sup>47</sup>

- beide Zeitebenen in einem Moment von Richard Wagners Ring-Oper *Götterdämmerung* verschränkt, aus Anlaß von Siegfrieds Ermordung durch Hagen und den unmittelbaren Zeitpunkt danach. Erst fragt der Chor "Hagen, was tust Du?"; ein kurzes, schweigendes Zeitintervall später: "Was tatest Du?" = Akt 3, Szene 2; trennt - strikt im Sinne der Erkenntnisse der Neurobiologie - ein Zeitfenster von ca. 3 Sekunden die Gegenwart von der Vergangenheit

- was Elektroakustik gewesen sein wird: findet sie ihre Fortsetzung oder Überwindung im digitalen Raum; ob die elektroakustische Musik in digitalen, präziser: in mathematisierten Klangmaschinen - im Hegelschen Sinne - "aufgehoben", rekonfiguriert oder schlicht durch ein neues Paradigma ersetzt ist. Wenn laut Sampling-Theorem jedes analoge (also auch durch elektrische Spannung gesteuerte) Signal verlustfrei im Digitalen reproduziert werden kann, hat dies Konsequenzen für eine Historiographie der Medienmusik

- Eskalation jenseits der Elektrotechnik; erlaubt ihre vollständige Mathematisierung die Simulation / Emulation der Musikinstrumente (*physical modelling*); Software wie *Genesis*; Workshop "Komponieren mit physikalischen Modellen" am ZKM Karlsruhe, 24.-27. Juli 2007; Force-Feedback-Device; Nutzer kann mit physikalischen Modellen in Echtzeit interagieren; Physical-Modelling-Software (visuell) *Mimesis*

- führt Fourier-Analyse in der Umkehrung zu den vertrauten synthetischen Klängen, aus denen auch der Begriff für deren Elektrotechnik abgeleitet ist (der Synthesizer). Demgegenüber die Granularsynthese: "Mit ein paar Zufallsgeneratoren kann man blitzschnell jedes Ausgangssample verschmieren" = Sander / Werner 2005: 39

. Praxis der frühen *musique concrète*, die aufgezeichnete Klänge neu mischt und manipuliert, aber nicht klangintern analysiert; Unterschied zu Paris die Ambition der elektronischen Musik im Kölner Studio von Eimer und Stockhausen 1955, scheitert aber am Wesen ihrer Medien: "Analog

---

***Audiovisionen. Kino und Fernsehen als Zwischenspiele der Geschichte, Reinbek (Rowohlt) 1989***

<sup>46</sup> ***Herausgegeben v. Heinz-Klaus Metzger / Rainer Riehn, München 1981***

<sup>47</sup> ***Siehe Haracio Vaggione, Articulating Microtime, in: Computer Music Journal 20 (2 1996), 33-3873***

modular synthesizers <...> were especially inconvenient due to their lack of memory. <Vaggione 1996: 34>. "It was only the development of digital synthesis, as pioneered by Max Mathews (1963, 1969), that finally allowed composers to reach the level of microtime, that is, to have access to the internal structure of sound" <Vaggione ebd.>. Im Unterschied zum mechanischen oder elektrotechnischen *recording* im Medium des Phonographen und des Magnetophons kommt damit ein anderer Typus von Speicher wesentlich ins Spiel: die mathematische Notwendigkeit zur Zwischenspeicherung von Rechenwerten; spezifisches Bündnis von Gedächtnis als Speicher und dem Digitalen

- Klang in der Granularsynthese nicht mehr aus Zeichen, sondern aus Schallimpulsen aufgebaut - die Diskretheit des symbolischen Alphabets unterlaufend. An die Stelle der altgriechischen Episteme von Analyse/Synthese (ein Effekt des phonetischen Alphabets) tritt eine analytische Dynamik, mithin die mathematische Analysis - Einkehr der Zeit, und zwar erneut im Namen eines Griechen: Iannis Xenakis, der Schall als zeitliche eher denn logische Kombination aus Klangpartikeln ansieht und daraus das musikalische Ereignis stochastisch ableitet - *stoicheia* unterhalb der groben lautlichen Einheit von Buchstaben, eher eine mathematische Stochastik, die Erlösung der Musik von sprachorientierter Notation

- vor aller mathematischen Analyse (von Dennis Gabor 1947 als akustische Quantisierung des menschlichen Hörens mathematisch formuliert, aber erst durch hochleistungsfähige Computer auch synthetisierbar) traf Kölner Studio für elektronische Musik auf "analogem" Weg auf dieses Phänomen - mit dem Tonband als Analogrechner. Einmal liegt hier die Granularität in den schieren magnetischen Partikeln; andererseits ist das neue Klangphänomen eine Funktion der Zeitachsenmanipulation: "Steigerte man bei der Wiedergabe von Klängen, die auf Magnetband fixiert waren, langsam und kontinuierlich die Geschwindigkeit, so erhöhte sich zunächst die Brillanz; die einzelne Töne wurden 'schärfer'. Steigerte man die Wiedergabegeschwindigkeit noch weiter, so begannen sich aus den verschiedenen, auf dem Tonband nacheinander vorhandenen Klänge neue, komplexe Schallereignisse zubilden. Aus den diskontinuierlichen Tonband-Aufzeichnungen wurde mit einem Mal ein neuer kontinuierlicher Klang. <...> Es zeigt sich, daß durch gezielte Wahl der zeitlichen Reihenfolge der einzelnen Impulse sowie der Wiedergabegeschwindigkeit der Bandschleifen neue Klänge zu erzeugen waren" <Ruschkowski 1989: 314f>.

- zerlegt Granularsynthese Klang in Abfolge von kleinsten Zeit-Punkten, *quasi*-photographischen "Momentaufnahmen" <siehe Ruschkowski 1989: 318, Abb. 44> zum Zeitpunkt  $t_1$  bis  $t_n$ ; zeitlicher Abstand zwischen diesen Momentaufnahmen, als  $\Delta t$ , liegt dabei im Millisekundenbereich (etwa  $1\text{ms} < \Delta t < 10\text{ms}$ ). Daraus komponiert Xenakis nicht nur Glissandi, sondern gar "Wolken"

- "Das Muster aller Vorgänge im Sonnensystem bildete die Umdrehung eines Rades oder einer Reihe von Rädern, [...] und in jeder dieser Theorien wird die Vergangenheit in der Zukunft gesetzmäßig wiederholt. Die

Sphärenmusik ist ein Palindrom, und das Buch der Astronomie liest sich in gleicher Weise vorwärts wie rückwärts. <...> Wenn wir also die Planeten filmen würden, um ein wahrnehmbares Bild ihrer Bewegung zu zeigen, und den Film rückwärts ablaufen ließen, so ergäbe sich noch, übereinstimmend mit der Newtonschen / Mechanik, ein mögliches Bild der Planeten. Wenn wir dagegen die Turbulenz der Wolken in einem Gewitter filmen und den Film rückwärts ablaufen ließen, erschiene er gänzlich verkehrt. <...> das Blitzen ginge den Veränderungen der Wolke, die ihm gewöhnlich vorausgehen, voran."<sup>48</sup>

- "Weder der griechische <sc. Heron> noch magische <sc. Rabbi Löw> Automat liegen auf den Hauptentwicklungslinien der modernen Maschine <...>. Ganz anders ist es mit dem Uhrwerkautomaten" = Wiener 1948/1968: 64; erst mit dem Aufkommen der Räderuhr mit Hemmung wird die abendländische Kultur sensibel für Schwingungen anstelle von starren Proportionen

- tauchen die ersten Musikautomaten koexistent mit den ersten Räderuhren in benediktinischen Klöstern auf: Mechanische Turmglockenspiele, gesteuert mit programmierbaren Lochwalzen in den Niederlanden, 13. Jahrhundert = Supper 1997: 64

- was numerische Computer von Automaten früherer Zeiten unterscheidet, ist "die Beziehung dieser Mechanismen zur Zeit" <Wiener 68>. Als signalverarbeitende Maschinen (etwa zur telephonischen Übertragung von Stimme, oder zur Rundfunkübertragung von Musik) "sind sie mit der äußeren Welt für den Empfang von Eindrücken und für die Verrichtung von Handlungen verbunden", entfalten also im Anschluß daran eine eigene Dramatik, setzen das Drama der Welt mit eigenen Mitteln, nach eigenem medialem Recht, zeitkritisch fort (*dran*). "Sie lassen sich selbst sehr gut in physiologischen 'Ausdrücken beschreiben", weshalb Wiener "sie mit den Mechanismen der Physiologie in einer Theorie zusammengefaßt" interpretiert - namens Kybernetik = Wiener 1948/1968: 68

- kommt die Differenz von "elektrisch" und "elektronisch" ins Spiel. Wiener distanziert sich von der (unter vormals deutschen Ingenieuren seinerzeit gängigen) Teilung in Stark- und Schwachstromtechnik, also zwischen Antriebs- und Nachrichtentechnik. Nachrichtentechnik mit Wiener aber liegt quer dazu: "Was sie von Starkstromtechnik unterscheidet, ist, daß ihr Hauptinteresse nicht die Wirtschaftlichkeit von Energieproblemen, sondern die genaue Reproduktion eines signals ist. Dieses Signal kann der Anschlag eines Handtasters sein, der als Anschlag eines Telegrafempfängers am anderen Ende reproduziert werden soll; oder es kann ein Ton sein, der durch ein Telefon übertragen und empfangen wird" = ebd., 69; kleinstes Element dieser Prozesse das Signal, das - *per definitionem* - selbst ein Zeitwesen

---

<sup>48</sup> Norbert Wiener, Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung in Lebewesen und Maschine, übers. v. E. H. Serr, Reinbek b. Hamburg (Rowohlt) 1968, 54 f.

- baut sich elektroakustische Musik aus Zeitsignalen auf, nicht aus atomistischen Relationen; es sei denn, Atome - mit Niels Bohr - selbst als Schwingungs- und Resonanzereignisse modelliert

## **Wieder(ein)kehr der Elektroakustik im DSP?**

- Figur einer Rekursion: "Alles ist Zahl", so die Pythagoräer. "Sie hatten ein anderes Weltbild und sie hatten keine Computer, aber in einem gewissen Sinne behielten sie Recht" = Enders 2005: 37; "Rekursion" des für Sprache, Musik und Mathematik homogenen altgriechischen Aufschreibesystems in binärer Notation (Kittler); von-Neumann-Architektur ebnet Befehl (*arché*) und Daten im gleichen Code / gleichen Speicher ein; wird *lógos* (Macht des Wortes / der Texte, alte Wissensmetapher der Bibliothek, der Gesamtheit von Buchstabenmengen / Leibniz' *Apokatastasis panton*) entmachtet gegenüber der exponentiell umfangreicheren Datenmenge von digitalisiertem Ton / Bild; greifen Kompressionsverfahren, wie von Shannon noch anhand von Texten entwickelt ("Entropie der englischen Sprache"); binäre Verrechnung von Welt wie Kultur grundsätzlicher als antike Alphabetisierung; *bit* stellt nicht nur denknöglich knappstes Alphabet, sondern zugleich die als Materie verschaltete Logik dar; demgegenüber der Einsatz der Elektronik (der Elektrophysik) als Analogcomputer: daß Mathematik nur ein Modell der Welt, nicht aber ihr Wesen ist

- vermag keine Mathematik, kein formulierter Algorithmus je einen Ton hervorzubringen, wenn nicht in realer (Elektro)Physik, ob nun Synthesizer oder Computer, implementiert. Insofern wäre auch die Epoche der elektroakustischen Musik nicht schlicht ein Zwischenspiel der (Musik-)Geschichte, sondern ihre fortwährende Provokation; wie nahe und wie entfernt, wie wissensverwandt und wie weit weg von Altgriechenland techno-mathematische Medien denkbar sind; für diese ist die hellenische *epistmé* eine notwendige Möglichkeitsbedingung, aber noch nicht die hinreichende Erklärung ihrer Eskalation, wie sie uns heute - oder seit ca. 300 Jahren - betrifft<sup>49</sup>

- analoge Elektronik letztendlich von einer intelligenten Mathematik wieder eingeholt: eine Mathematik, die mit Zeit operiert. Mit den sogenannten Hidden-Markov-Modellen, also stochastischer Vorausahnung nächstfolgender Artikulationen aufgrund der Häufigkeitsverteilung aktueller Artikulation, operieren Spracherkennungssysteme<sup>50</sup>

---

<sup>49</sup> Siehe Friedrich Kittler, *Aphrodite. Musik und Mathematik I.1, München (Fink) 2006*

<sup>50</sup> Dazu Robert Faltlhauser / Günther Ruske (TU München), *Automatische Topologiegenerierung für kontinuierliche Hidden-Markov-Modelle*, in: Rüdiger Hoffmann (Hg.), *Sprachkommunikation. Vorträge der gemeinsamen Veranstaltung 5. ITG-Fachtagung "Sprachkommunikation" und 9. Konferenz "Elektronische Sprachsignalverarbeitung" vom 31. August bis zum 2. September 1998 an der Technischen Universität Dresden,*

- morphologischer, im Unterschied zum Kölner Studio nicht-parametrischer, sondern qualitativer, klangfigurativer, quasi semantischer Zugang der *musique concrète* (Pierre Schaeffer) hält unter mathematischen Vorzeichen Einzug im digitalen Computer (DSP). Numerische Operationen vermögen Klangobjekte nicht mehr nur synthetisch zu generieren, sondern auch zu simulieren (oder gar emulieren), gerade weil sie auf der mikrotemporalen Ebene arbeiten
- *Wavelets* als Optimierung von Gabors Klangquanten nicht mehr schlicht Schwingungen, sondern mathematisierte Kymatik

TECHNO-MATHEMATISCHE THEORIE DES WETTERS. Mit Unwahrscheinlichkeiten rechnen lernen

### **Mit Unwahrscheinlichkeiten rechnen lernen: Wetter, Rauschen**

- aktuelle TV-Wettervorhersagen (im Anschluß an die *Tagesthemen* in der ARD etwa) zeigen, ausgehend vom Diagramm der aktuellen Tagestemperaturen, für die Aussichten der nächsten Tage ein zunehmend breiter werdendes Band an Hoch- und Tieftemperaturschätzungen; je nach Ausgangsdaten lassen sich non-linear exponential verschiedene Werte hochrechnen

- für Astronomie in ihrer überschaubaren Abzählbarkeit (von Planeten) gilt klassische Newtonsche, also reversible (Räderuhr-)Zeit, die folglich auch mechanisch (der Antikythera-Mechanismus) modellierbar war; demgegenüber "enthält das meteorologische System eine ungeheure Zahl annähernd gleicher Partikeln, von denen einige sehr eng miteinander gekoppelt sind" <Wiener 1968: 55> - dem Magnetband ebenso nahe wie der Brownschen Molekularbewegung eines in einem Gas oder einer Flüssigkeit durch die thermische Stöße bewegten Teilchens, jene Familie von Zeitreihen, für die eine eigene statistische Zeitlichkeit entwickelt wurde (Ergodensatz, nicht-lineare Vorhersage). Auf dem Spiel steht hier das Modell einer reversiblen (Newton) und einer irreversiblen (Gibbs) Zeit, der zugleich der von Physik und Biologie (Bergson) ist. "So lebt der moderne Automat in der gleichen Bergsonschen Zeit wie der lebende Organismus" <Wiener 1948/1968: 68>, in thermodynamischer, sprich: entropischen Zeit

### **Wolkenzeit mit Wiener**

- Methoden, mit der die frühe Kybernetik versuchte, der Unwahrscheinlichkeit Herr zu werden

- Max Bense beschreibt es in seinem Aufsatz "Technische Intelligenz": "Jetzt spricht man nicht mehr von den Materiemassen der natürlichen

Weltansicht. Jetzt spricht man von Molekülen und ihren Geschwindigkeiten und den Wahrscheinlichkeiten ihrer Anordnung. <...> Das Elementare verliert an Sichtbarkeit, aber gewinnt an Hypothese, und man muß die Intelligenz von der Gewißheit an die Wahrscheinlichkeit gewöhnen" = 139

- Wiener beschreibt im Kapitel "Netonsche und Bergsonsche Zeit" seines Klassikers *Kybernetik* (von 1948) anhand von Wolken nicht schlicht Wetter, sondern eine dramatische Revolution der Art und Weise, wie unsere Kultur Zeit und Prozesse begreift: als Differenz der klassischer Physik Newtons, die auf dem absoluten Parameter und Irreversibilität von abstrakter Zeit basiert (orientiert am gleichbleibenden Modell der Planetenumlaufbahn), gegenüber dem Wolkenverhalten kleinster Partikel (auch Brownesche Molekularbewegung und Schrot-Effekt in Elektronenröhren)

- Klassische und transklassische Physik scheiden sich am Zeitbegriff: Zeit in technisch-mechanischen oder physikalischen Makrosystemen (Planetenumlauf) ist reversibel, im Sinne der Newtonschen Physik; Zeit in Mikrosystemen (Wolken, Teilchenpartikel) hingegen ist irreversibel. Norbert Wiens *Kybernetik* widmet diesem Befund ein eigenes Kapitel. Und doch, seitdem Hochgeschwindigkeitsrechner die mathematischen Gleichungen komplexer Variablen zu Bildern abzukürzen vermögen (anders als in Wiens Epoche monitorloser Rechner, als das Interface wie beim ENIAC noch aus den Schalttafeln selbst bestand), gibt sich wahrhaft medientheoretisch eine non-lineare, selbstähnliche Natur zu erkennen, wie sie kein Menschauge zuvor (es sei denn die philosophische Schule von Pythagoras) erkannt hatte: die Ordnung von Wolken, Meereswellen und Uferlinien als kalkulierbare.

- sah Pythagoras noch Perioden, was sich bis ins neuzzeitliche Superpositionsprinzip forschreibt (beschreibung eines dynamischen Verhaltens als additiv überlagerte periodische Elemente, die harmonische Analyse), entzieht sich das Non-Lineare dieser Ästhetik.

- Jürgen Kurths / Udo Schwarz, Nichtlineare Wissenschaften - neue Paradigmen und Konzepte (Zentrum für Dynamik komplexer Systeme, Universität Potsdam), in: Kunstforum International, Themenheft *Der gerissene Faden* (Hg. Thomas Wulffen), 64-xxx

- Leibniz glaubt dereinst, in den sich am Sandstrand brechenden Meereswellen die Natur selbst sich rechnen, buchstäblich *kalkulieren* zu hören. "Was sich in Siliziumchips, die ja aus demselben Element wie jeder Kieselstein am Wegrand bestehen, rechnet und abbildet, sind symbolische Strukturen als Verzifferungen des Reellen" = Kittler ebd.

- Norbert Wiener, "Time, Communication and the Nervous System", dt. in: Dotzler (Hg.), Wiener, Futurum Exactum, xxx

- einerseits Zeitserien vom Typ Börsenkurse aus allen Massenmedien vertraut; "in the second category of time series, typified by series of meteorological data, long runs of accurate data taken under substantially uniform external conditions are the rule <...>." <1>

- Bildplatte Meteo Disc: unzeitiges Verhalten medienhistoriographisch speichern und repetieren; Schnittstelle zur *Meteodisc*: "Let us now turn from the study of time series to that of communication engineering. This is the study of messages and their transmission, whether these messages be sequences of dots and dashes, as in the Morse code or the teletypewriter" = 2 - und eben *pits* in Videodiscs, or sound-wave patterns, as in the telephone or phonograph, or patterns representing visual images, as in telephoto service and television. In all communication engineering <...> the message to be transmitted is represented as some sort of array of measurable quantities distributed in time. <...> by coding of the use of the voice or scanning, the message to be transmitted is developed into a time series" = 3 - eine analog/digital (A/D)-Umwandlung, erstmals praktiziert anhand der Unruh (Hemmung) der spätmittelalterlichen Klosteruhr (Taktung)

- A. N. Kolmogoroff, Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung, dt. 1933

- "Da das Würfeln mit dem Computer unter Verwendung von Pseudozufallszahlen simuliert werden kann, lassen sich Zeitreihen <...> durch Rechenprogramme generieren. Dies gilt <...> auch für die Simulation von Zeitreihen, die in Naturwissenschaft und Technik aufgrund von komplizierten Prozeßabläufen entstehen."<sup>51</sup>

- "Betrachten wir dazu eine reellwertige Funktion  $f(x)$  mit einer reellen Veränderlichen  $x$  <...> als stetig und als beschränkt mit Werten zwischen 0 und 1" = ebd., 61

### **Klimamodellierung als numerisches *computing***

- *ProGnosis: Historische Sphären der numerischen Klimamodellierung* = Arbeitstitel geplante Promotion Christoph Rosol an der Bauhaus-Universität Weimar, Fakultät Medien

- Wetterprognosen als Gegenstand von Medienwissenschaft nicht reduktionistisch auf seine publizistischen, diskursiven und massenmedialen Effekte hin analysieren, sondern als epistemologische Herausforderung rekonstruieren, auf welche die operative Medienkultur durch die Entwicklung hochleistungsfähiger Mathematiken und Maschinen geantwortet hat. Zugleich bleibt Wetter unaufhörliche Herausforderung an die Grenzen der Berechenbarkeit; Grenzen des Computers in derzeit noch vorliegender Form der von-Neumann-Architektur

"Dem Rechner ist es [...] egal, mit wie vielen Dimensionen er rechnet. [...] eine 'Architektur', die an die drei Dimensionen des physikalischen Raumes nicht mehr gebunden ist" = Hartmut Winkler, Docuverse. Zur

---

<sup>51</sup> Jürgen Lehn / Stefan Rettig, Deterministischer Zufall, in: Braitenberg / Hosp (Hg.) 1995, 74

Medientheorie des Computers, München (Klaus Boer) 1997, 40

- Einsatz des elektronischen Computers für die Berechnung komplexer Zeitreihen nicht nur zu militärischen Zwecken (*fire control*), sondern ebenso für thermodynamische Prozesse im direkten Sinne, das Wetter, entwickelt worden und prägt im Sinne der Mediendefinition von Nietzsche, McLuhan und Kittler den Begriff dieser Prozesse selbst. Die operationale Berechenbarkeit (im Verbund mit medienarchäologisch kongenialen Meßmedien) hat einen Kosmos mikrotemporaler Ökonomien und Dramaturgien eröffnet, die dem menschlichen Wissen (den menschlichen Sinnen in ihrer vergleichsweisen Trägheit der Signalverarbeitung) kulturgeschichtlich bis ins 19. Jahrhundert nicht oder nur kaum bekannt, geschweige denn vertraut war; das sogenannte "Wetter" steht dafür zentral

- (Er)Kenntnis der Modellierung dynamischer, mithin zeitkrischer und zeitkomplexer Prozesse, weit über das (scheinbar) Thema "Wetter" hinaus

### **Wolken des Realen / reele Zahlen**

- numerische Mathematik (Numerik) befaßt mit Konstruktion und Analyse von Algorithmen für kontinuierliche mathematische Probleme; Verfahren, die nach endlicher Zeit bei unendlicher Rechnergenauigkeit die exakte Lösung eines Problems liefern; demgegenüber Näherungsverfahren, die Approximationen liefern; numerisches Verfahren ersetzt kontinuierliches mathematische Problem durch ein diskretes, also endliches; tritt Diskretisierungsfehler auf =

[http://de.wikipedia.org/wiki/Numerische\\_Mathematik](http://de.wikipedia.org/wiki/Numerische_Mathematik), Zugriff 4. Juni 2009; Wolfgang K. Giloi, Principles of continuous System Simulation, Stuttgart (Teubner) 1975

- Thomas Heilmann, Schleierwolken des Realen, in: Archiv für Mediengeschichte (2007), Themenheft *Wolken*, 27-40

- das "virtuell" Reale in der rechnenden Maschine (Computer) = das mathematische Reelle

- "Womöglich sind Wolken keine Computer, die jeden ihrer Regentropfen berechnen, und umgekehrt Computer keine Maschinen, die Wolken das Regnen abnehmen. Physikalisch ist die Church-Turing-Hypothese daher eine Täuschung: Sie injizierte dem Verhalten der Wirklichkeit algorithmische Züge, für die sich [...] keinerlei Evidenzen zeigen" = Friedrich Kittler, Dem Schöpfer auf die Schliche. Auf der Suche nach einem universalen Zeichensystem: Gottfried Wilhelm Leibniz zum 350. Geburtstag, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung, 29.06.1996, Nr. 149, p. B4; Isabell Schrickel, Von Cloud Seeding und Albedo Enhancement. Zur technischen Modifikation von Wetter und Klima, in: Zeitschrift für Medienwissenschaft Nr. 6 (1/2012), 114-125

- wie der von-Neumann-Computer das Reale konfrontiert; beispielhaft

dafür das Wetter in seiner Unvorhersagbarkeit (also nicht symbolischen Regimen wie dem Modell des Historischen unterworfen). Nur noch Mathematik vermag darauf zu reagieren; 1963 publiziert Edward N. Lorenz seine Gedanken zum "Deterministic Nonperiodic Flow" mit Gleichungssystemen zur Fluidkonvektion<sup>52</sup> - wie einst James Clerk Maxwell sich mit seinen gleichnamigen Gleichungen dem Phänomen der elektromagnetischen Induktion näherte; Konzept des Phasenraums, worin jeder Punkt einen kompletten Systemzustand bezeichnet = James Gleick, Chaos. Die Ordnung des Universums. Vorstoß in Grenzbereiche der modernen Physik, München 1990, 197 f.

- eine analytische Untersuchung der zugrunde liegenden Funktionen kaum möglich; kalkuliert Computer die Systemzustände numerisch (im Unterschied zum Analogcomputer): "Zunächst muss ein arbiträres Intervall  $\Delta t$  das zeitliche Kontinuum diskret machen, die Variablen hängen nicht mehr von ihrem Anfangszustand und der Zeit, sondern von ihrem Anfangszustand und der Anzahl der Iterationen ab; die reale Zeit ist in symbolische, diskrete Zeit überführt und es kann über verschiedene Näherungen ein rekursiver Algorithmus entwickelt werden, der die automatisierte Berechnung eines Systemzustands aus den umliegenden Systemzuständen ermöglicht" = Thomas Heilmann, Schleierwolken des Realen, in: Archiv für Mediengeschichte (2005), 27-38 (32)

- im Phasenraum numerische Lösung einer Gruppe von Gleichungen, durch die das System geregelt wird, diskret, denn hier gilt, daß der Prozeß "must be represented by a jumping particle rather than a continuously moving particle. Moreover, if a digital computer is instructed to represent each number in its memory by a preassigned fixed number of bits, only certain discrete points in phase space will ever be occupied" <Lorenz 1963: 134>  
- das kybernetische Opfer des Realen im digitalen Raum (dem Shannon/Nyquist-Abtast-Theorem zum Trotz)

- bis daß im Phasenraum die quasiperiodische Figur (der Iteration) in eine irreguläre, unvorhersagbare übergeht - die Figur des *strange attractor*. Dieser im symbolischen Raum des Computers evozierte Prozeß gibt wiederum Aufschluß (oder ein Modell) über nicht-deterministische Vorgänge im Realen. So "suggeriert Lorenz' Argumentation den Übergriff eines einfachen mathematischen Modells, das in einer symbolverarbeitenden Maschine numerisch kalkuliert wird, auf das Reale der Atmosphäre - ein Übergriff, der erst im Computer möglich wird" = Heilmann 2005: 34

- "Gleichzeitig - und das macht die eigentliche Dramatik dieser Berechnungen aus - wird eine radikale Unsicherheit aufgerufen, die bestimmten deterministischen Gleichungssystemen inhärent ist. Der Computer holt das Reale der Wolken und des Wetters in ein Milieu der Simulierbarkeit im Symbolischen, indem er es trunkiert; gleichzeitig fängt er sich aber auch die trunkierten Reste des Realen mit ein" = Heilmann ebd.

- Aristoteles' *Meteorologie* ahnt es: "Die spiegelnden Teilchen <sc. der Wolke> muß man sich als Kontinuum vorstellen, so jedoch, daß jedes

---

<sup>52</sup> Edward N. Lorenz, Deterministic Nonperiodic Flow, in: Journal of the Atmospheric Sciences, Bd. 20 (1963)

einzelne unsichtbar ist, seiner Kleinheit wegen, daß aber aus allen zusammen, da sie so dicht aufeinander folgen, sich der Eindruck einer Einheit ergibt" = Aristoteles, *Meteorologie / Über die Welt*, Berlin 1970, 79; dazu Heilmann 2005: 38; sein anderes Beispiel diskret fallender Hirsekörner, die nicht als Einzelimpuls, sondern erst als Sequenz eine akustische Wahrnehmung (für Menschen) erzeugen

## **Computergeburten: Fraktale**

- Entdeckung Benoît Mandelbrots des "Apfelmännchens"; Fraktale als ästhetische Objekte im kulturellen Diskurs anschließbar; damit auch ein medienepistemologischer Umbruch offenbar geworden: Erstmals sind mithilfe des Computers (bzw. der Computergrafik) Objekte generiert, die es ohne den Computer nicht geben könnte, weil die ihnen zugrunde liegende Mathematik zu „komplex“ ist, um sie manuell sinnvoll zu vollziehen. Fraktale sind jedoch nicht auf die so genannten Mandelbrot-Mengen, Julia-Mengen und andere Iterationsfiguren komplexer Zahlen beschränkt. Sie finden sich als gebrochene geometrische Dimensionen vor allem in natürlichen Strukturen und bilden daher die Grundlage für zahlreiche komplexitätsadäquate Simulationsprozesse" = Stefan Höltgen, description to MA course Modul "Fraktale", summer term 2017, Humboldt-University Berlin]

- von MeteoDisc nur noch ein, aber entscheidender Schritt zur digitalen Wolkensimulation; offenbart sich das Reale als "dasjenige, was weder Gestalt hat wie das Imaginäre noch eine Syntax wie das Symbolische. Das Reale fällt sowohl aus kombinatorischen Ordnungen wie aus Prozessen optischer Wahrnehmung heraus, eben darum aber kann es nur von technischen Medien gespeichert und verarbeitet werden. Die Tatsache, daß wir in einer Zeit leben, wo Wolken in ihrer ganzen Zufälligkeit berechnet werden können und dann als berechnete, nicht als gefilmte Bilder auch auf einen Bildschirm kommen, unterscheidet die Gegenwart von jeder früheren Zeit" = Kittler, Vorlesung *Optische Medien*, Fassung RUB; Berliner Vorlesung = Merve

- Computergraphik, in der eine bestimmte Mathematik der reellen Zahlen wieder zum Bild wird - Benoît Mandelbrots Apfelbäumchen, visualisierbar überhaupt erst als virtuelles, also im Computer errechnetes Bild (1975)

## **Überraschung: Das Wesen der Nachrichten**

- "Unwetterwarnungen zu veröffentlichen heißt immer auch, zumindest eine kleine Panik auszulösen; spielt vor der Warnung nicht nur die Wahrscheinlichkeit eines drohenden Unwetters, sondern im gleichen Maß die Unwahrscheinlichkeit eine zentrale Rolle: Unerwartetheit; Shannons mathematisches Maß für Information entstand eigens zu dem Zweck, die Neuigkeit und d. h. Unwahrscheinlichkeit einer Nachricht von der Menge der in jedem Code ja notwendig implizierten Wiederholungen abzutrennen und angebbar zu machen; einzig wirklichen Nachrichten (anders als der vertrauten

Begriff für Massenmedien) sind Unwetter, Anschläge (die als Terrorismus die Rolle von Blitzeinschlägen übernommen haben)

## **Wolkenklang (Xenakis u. a.)**

- Xenakis' stochastische Musik eine Abkehr von der additiven Ästhetik (Klangsynthese) der Fourier-Analyse des Klangs (und implizit damit auch eine Abkehr von der pythagoreischen Zahlenharmonie); "für die Gesamtbewegung der Glissandi und ihre Geschwindigkeiten lassen sich allenfalls Durchschnittswerte ermitteln, wie in der Brown'schen Bewegung von Molekülen in Gasen oder der Turbulenz in einer Wolke" = Julia Kursell / Armin Schäfer, Klangwolken, in: Archiv für Mediengeschichte (2007), Themenheft *Wolken*, 167-180 (174), unter Bezug auf: Andre Baltensperger, Iannis Xenakis und die stochastische Musik. Komposition im Spannungsfeld von Architektur und Mathematik, Berlin / Stuttgart / Wien 1996, 451 f.; Wolken hören; Orchesterstück *Metastaseis* (1955)

- zerlegt Granularsynthese mit Mitteln der digitalen Signalverarbeitung den Klang in eine Abfolge von kleinsten Zeit-Punkten, von quasi-photographischen "Momentaufnahmen" = Ruschkowski 1989: 318, Abb. 44 zum Zeitpunkt  $t_1$  bis  $t_n$ . Der zeitliche Abstand zwischen diesen Momenten, also  $\Delta t$ , im Millisekundenbereich (etwa  $1\text{ms} < \Delta t < 10\text{ms}$ ); komponiert daraus Xenakis nicht nur Glissandi, sondern gar "Wolken"

## **Wolkenzeit: thermodynamische Historiographie**

- Ars Electronica 2007, Videoinstallation *Flooding* von Rúi: Loop des Wasserfalls Toefrafoss in Island, durch die Errichtung eines Wasserkraftwerks bedroht. Nahaufnahme der Wassermassen, gekoppelt an voluminösen Sound desselben Brausens. Einerseits deklariert die beigefügte Erklärung eines „Archiv“ der vom Verschwinden bedrohten Wasserströme (eine bis zur Unkenntlichkeit des Archivbegriffs ausgedehnte Begriffsverwendung, eine begriffliche Verwechslung mit der Dokumentation, die tatsächlich gemeint ist). Andererseits aber stellt diese digitale Videoregistrierung von Zeitintervallen eines Wasserfalls eine neuartige Historiographie dar, eine Gedächtnisschrift thermodynamischer, stochastischer Prozesse; erstmals wird Wirbeln, also Un-Ordnung, selbst „archivierbar“, schreibbar als symbolisches (binär kodierte) Gedächtnis

- Turbulenzen und Temperatur mathematisch gemeistert; neben die vertrauten akustischen Funktionen der linearen, deterministischen und periodischen Zeit tritt hier die Analyse non-linearen Zeiterhaltens, mithin eine andere Kultur, Ästhetik und Ökonomie akustischer Zeit - analog dazu, wie das Geräusch gleichberechtigt neben den Klang tritt, an der Grenzen der (und zu einer anderen) Musik.

Programm Meteo-Disc: Erstmals lässt sich Wetter historiographisch memorieren und repetieren - vormals flüchtige, unschreibbare Ereignisse.

Auf MeteoDisc wird Wolkenzeit sehr wohl reversibel. Einmal medientechnisch aufgezeichnet, wird aus Physik, auch aus Thermophysik, Information: und damit eher der Negentropie-Zeit zugehörig, wie klassische Planetenzeit.

- Differenz zwischen Aufzeichnung auf Film in 24 Kadern/Sek., projiziert auf 16mm-Projektor in Loop: Standbild verbrennt Einzelphoto. Anders Bildplatte: in konzentrischen Kreisen gelesen; *tot aliter* die Bildplatte: treten Signale anstelle der diskreten Einzel(voll)bilder (LaserMax); Grundeinheit des Bildes im Rahmen löst sich hier auf zugunsten einer reinen Intersektion

- Donald McLean, digitale Rekonstruktion der *Phonovision* von John Logie Baird: Zuerst intuitiv abgespielt wie Musik (Schellackplatte) auf Grammophon; Töne klingen schrill: Am Oszilloskop analysiert, gibt sich andeutungsweise ein rhythmisches Muster zu erkennen, erster Hinweis auf 30zeilige TV-Bilder/Bildkader

## **Asche- als Datenwolken**

- Mathematik temporaler Prozesse: der Chronohorizont, der sich in Zeitreihenanalysen aufspannt. Zeitreihenanalyse zentrale Medien- wie Menschensysteme umfassende Methode; nicht-öffentlicher Abschlußbericht über Datenglättung und Vorhersage für kriegsrelevante Feuerleitsysteme *The Extrapolation, Interpolation and Smoothing of Stationary Time Series with Engineering Applications* (Typoskript vom 1. Februar 1942); beruft sich Norbert Wiener auf statistische Methoden, wie sie anderen Feldern zu Zwecken der Prognostik längst vertraut waren: Wetteraufzeichnung, Börsenkurse, Produktionsdaten. Auch Wettervorhersage unter zeitkritischen Bedingungen militärischer Operationen immer kurzfristiger, punktgenuen Zeitangabe und Ort; wird die meteorologische Prognose mitwirkend am Wandel von Zeitkultur; massiver Rechenbedarf zur Unwettervorhersage hat - analog zu John von Neumanns technomathematischem Kalkül zur Berechnung des zeitkritischen Zündmechanismus einer Wasserstoffbombe - erheblich zur Entwicklung von Hochleistungscomputern und der Optimierung ihrer Architektur beigetragen.<sup>53</sup> Am Ende dieser Entwicklung steht die Computersimulation der Verteilung von Asche- und Staubwolken über Europa, ausgelöst durch einen Vulkanausbruch auf Island, zur Kalkulation der Bedrohung von Flugsicherheit. Ein Kommentar leitet daraus kritisch die "Selbstentmächtigung der modernen Gesellschaft durch Modelle"<sup>54</sup> ab; dabei gehören solche technomathematischen Verfahren zu den schönsten Leistungen des Abendlands überhaupt. Friedrich Kittler betont, daß die europäische Kultur eben nicht mehr nur über Orakel für Wetterprognosen

---

<sup>53</sup> Dazu William Aspray, *John von Neumann and the Origins of Modern Computing*, Cambridge, Mass. / London (MIT Press) 1990

<sup>54</sup> Frank Schirmacher, Plötzlich sind wir alle Zuschauer, in: *Frankfurter Allgemeine Zeitung* Nr. 90 v. 19. April 2010

verfügt wie andere Kulturen, sondern meteorologische Computersysteme und Meßgeräte zum Kalkül des Wetters.<sup>55</sup> In der Tat besteht die unsichtbare Vulkanaschenwolke, die den Flugverkehr wiederholt lahmlegte, nicht nur aus Asche und Staub, sondern ebenso "aus einem Schwarm von Daten" <Schirmmacher a.a.O.>. Hier stellt sich die Gretchenfrage, in welchem Verhältnis die Simulation eines voraussichtlichen Verlaufs (*predictive analytics*) von Seiten des britischen Met-Office zur (Echt-)Zeitreihenanalyse empirisch einlaufender Meßdaten steht; genau das unterscheidet die Simulationen des Realen von der Tradition literarischer Fiktionen, die immer schon dramatisches Verhalten als Simulation - aber eben auf der Ebene symbolischer, narrativer Zeitordnungen - durchgespielt haben. "Hier wird nicht einfach herumtheoretisiert", betonte der deutsche Verkehrsminister Ramsauer im Inforadio von Radio Berlin-Brandenburg am folgenden Tag - und definiert damit unter der Hand den Computer als genuin theoriegeborenes Medium. Frank Schirmmacher aber sieht die konkreten mathematischen Algorithmen, auf denen solche Simulationen beruhen, längst auch auf diskursiver Basis am Werk, da "die Simulation ihre eigenen sozialen Algorithmen produziert" = ebd.; kritischer Punkt der medienepistemologischen Lage: Autopoiesis einer Welt unter hochtechnischen Bedingungen; setzt in typographischer Epoche auf symbolverarbeitender Ebene mit Nachrichtenwesen ein

- steht Wetter nicht nur mit Meßmedien, sondern auch mit den Massenmedien im Verbund; Format des Wetterberichts an "live"-Medien der elektronischen Welt (Radio und Fernsehen) und die heutigen Echtzeit-Systeme (Computernetze) gekoppelt, deren Zeitverhalten kritisch wird, wenn es um Unwetterwarnung geht

### **Unwettervorhersage und -warnung im Kontext hochtechnischer Rechenmedien**

- Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST, Berlin, Projekt SAFE (Sensor-Aktor gestützte Frühwarnsystem bei Extremwetter) entwickelt neue Methoden für die Unwetterwarnung; statt Unwetter »nur« zu detektieren, ermittelt SAFE auch die jeweilige Situation, in der sich potenziell bedrohte Kunden und Objekte befinden, um jeweils individuelle Aktionen auszulösen; Architektur eines künftigen Unwetterwarnsystems

- "Berliner Wetterradar" seit Juli 1957

- braucht es formale Modelle, um mit technischen Mitteln Klimadaten auszuwerten, in denen jedem Ereignis im Klima ein numerischer Wert im Modell entspricht; solcher Modelle Stützpfeiler aktueller Informationslogistik = Christoph Rosol, ProGnosis. Historische Sphären der numerischen Klimamodellierung, Beitrag zu Podium *Mediengeschichte im Spiegel der Unwetterwarnung* im Technisch-Wissenschaftlichen Forum der

---

<sup>55</sup> Friedrich Kittler im Interview mit Christoph Weinberger, Das kalte Modell von Struktur, in: Zeitschrift für Medienwissenschaft 1/2009, 93-102 (101)

IFA Berlin, 4. September 2007

- Medienarchäologie für das 21. Jahrhundert: die Rettung der Wetterdaten und der elektronischen Signale (Swirl online) = <http://www.planeterde.de/geoforschung-unplugged>

- Wettervorhersage in der Rechentechnik; erstellt 1922 Richardson die Gleichung der Wirbelkonvektion, nach der die Änderung der Luftdruckverteilung bei einer gegebenen Situation berechnet werden kann; zur Realisierung schlägt er ein Institut zur Wettervorausberechnung mit 64000 Rechnern vor

- Rechner MANIAC, der in Princeton 1950 einen Sturm rechtzeitig vorausberechnet; Lew Pawlowitsch Teplow, Grundriß der Kybernetik, Berlin (Volk und Wissen) 1966, 300 f.

MEDIENMATHEMATIK (divers)

### **Was meint Medienmathematik**

- Operatoren:  $\Delta$ ,  $\sqrt{\quad}$ ,  $\infty$ ,  $\neq$ ,  $\leq$ ,  $\geq$ ,  $f$ ,  $\tau$  = Verschiebungs-, Verzögerungszeit; Periodendauer,  $\Delta\tau$  = Zeitverschiebungsintervall

- wird Mathematik für Medienwissenschaftler nicht aus Prinzip vermittelt, sondern als Notwendigkeit in dem Moment erlebt, wo intuitives Experimentieren mit dem Basteln eines elektrischen Schwingkreises dazu führt, nach handhabbaren Daten für die Kombination von Induktion und Kapazität in Spule und Kondensator zu suchen, um nicht im Dunkeln zu tappen; kommt etwa das Thomsensche Gesetz zum Einsatz (Schwingungsgleichung); Michael Faradays intuitives, experimentales Vorgehen mit elektromagnetischer Induktion; demgegenüber James Clerk Maxwells Mathematik, die erst zu Heinrich Hertz führt, und damit zum Rundfunk. Physiker wie Edward Hughes und George Gabriel Stokes bemerken bereits 1879, daß sich ein entfernter Funkenüberschlag in einem Telephon (im Stromkreis) als Knacken bemerkbar macht. "Diese Physiker hatten, ohne es zu wissen, mit schnellen elektrischen Schwingungen und somit auch mit elektromagnetischen Wellen experimentiert. <...> aber in Verbindung mit der ihnen wenig bekannten Maxwellschen Theorie brachten sie ihre Beobachtungen nicht. Ihnen fehlte so die Grundlage für eine Weiterentwicklung"<sup>56</sup>

- Gleichursprünglichkeit *versus* Wissensgeschichte: Gilt es Wissenschaft (etwa Mathematik) auf dem jeweiligen Niveau ihres historischen Gegenstandes zu betreiben (also etwa schlicht ganzzahlige Arithmetik für die Untersuchung der Epoche Pythagoras), oder vielmehr aus dem (besseren) Wissen der Nachwelt, gar Gegenwart heraus?

---

<sup>56</sup> Wolfgang Schreier, Die Entstehung der Funktechnik, München (Deutsches Museum) 2. Aufl. 1997, 15

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

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

### **Technomathematik (mit / gegen Heidegger)**

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

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

- "Heidegger ist zwar Assistent des Mathematikers und Philosophen Husserl gewesen, bleibt jedoch in seinem '*Schrifttum*' weit davon entfernt, Leser für die Erkenntnisform der Mathematik sensibilisieren zu wollen. Er geht vom Gegenteil aus, nämlich daß man über das Wesen der Mathematik und der Naturwissenschaft nachdenken kann, ohne sich mathematische und naturwissenschaftliche Kenntnisse anzueignen" = Nils Rölller, Hermann Weyl (1885-1955). Nomadentum in der Philosophie der Mathematik und Naturwissenschaft, in: LAB. Jahrbuch xxx für Künste und Apparate, Köln (Walther König) 2xxx, 97-105 (101); wird diese Ferne als (Heideggersche) Ent-Fernung für das Denken von Mathematik und Technik erst konstitutiv. "Allein, das Wesen der Technik ist selbst nichts Technisches", schreibt er in seiner Bremer Rede über "Das Ge-Stell" (1949)<sup>57</sup>. "Heidegger reduziert die Mathematik auf die Kunst der Berechnung und die Naturwissenschaft auf die Technik der Vermessung" = Rölller ebd., 104

### **Schlüsselbegriffe der Medienmathematik**

- bedarf medientechnische, zumal elektrodynamische Prozesse zu durchschauen eines Minimums an *mathesis*

<sup>57</sup> Martin Heidegger, Das Ge-Stell, in: ders., Vorträge 1949 und 1957, hg. v. Petra Jaeger (= Bd. 79 Bremer und Freiburger Vorträge der Gesamtausgabe), Frankfurt/M. (Vittorio Klostermann) 1994, 24-45 (34)

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

- mathematisch-theoretisches Planspiel: ein Lexikon medienepistemischer und -mathematischer Begriffe, komplementär zu "Wir bauen eine Maschine" / medienepistemische Dinge. Paradigmatisch heißt jene medienarchäologische Methode, die anhand von charakteristischen Technologien vorgeht

- Leo Szilard, Über die Entropieverminderung in einem themodynamischen System bei Eingriffen intelligenter Wesen, in: Zeitschrift für Physik (1929), 840-856

- für Tradition etwa von Schillers *Don Carlos* unabdingbar, daß das Werk materiell-energetisch *irgendwie* existiert: "als gedruckte Textausgabe, als aktuelle Theateraufführung, als Tonbandaufnahme davon etc., daß aber die physikalische Präzisierung ihrer Seinsweise (Papierdicke, Schallpegel, Bandgeschwindigkeit) irrelevant ist. Interessant ist nur die Invariante 'Information'" = Helmar Frank, *Kybernetische Grundlagen der Pädagogik*, Baden-Baden / Paris (Augis) 1962, 10; Unterschied zur Materialesemantik einer Archivalie

## Die Differentialrechnung

- betreffen Differentialgleichungen das Verhältnis zwischen verschiedenen meßbaren physikalischen Größen und dem Maß ihrer Veränderung in Raum und Zeit: Ströme, Spannungen, die Rotationswinkel von Wellen, oder Größen anderer Art<sup>58</sup>

- zunächst Analogrechner die dafür geeignete mathematische Maschine; Wiener schreibt dies in Erinnerung an Vannevar Bushs Differential Analyzer. "In Bushs Maschine wurden Zahlen nicht als Folgen einstelliger Ziffern, sondern als Meßwerte dargestellt. <...> Die Analogiemaschine mißt, die Digitalmaschine zählt" <ebd.>. Die Leistungsfähigkeit von Analogcomputern steht und fällt mit der Zeitachse; sie sind "lediglich in der Lage, Veränderungen zu beschreiben, die in der Zeit ablaufen" <Rieger 2003: 51> - dies aber immerhin fast unverzüglich. Für die Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen eignet sich der Analogcomputer mit der Zeit als einziger Variable; kommen hingegen weitere Variablen hinzu,

---

<sup>58</sup> Norbert Wiener, *Mathematik -Mein Leben*, Düsseldorf / Wien (Econ) 1962, 119

ist der Übergang zu partiellen Differentialgleichungen vonnöten. Wiener definiert (speziell mit Blick auf das Wesen von elektromotorischer Kraft, also Strom): "Die Mathematik aller in Raum und Zeit variierenden Größen liegt auf dem Gebiete partieller Differentialgleichungen, womit der Mathematiker zum Ausdruck bringt, daß unterschiedliche Beziehungen bestehen zwischen der Geschwindigkeit, mit der diese Größen in verschiedenen Richtungen abfallen, und der Geschwindigkeit, mit der sie sich zeitlich verändern. Seit Leibniz weiß man, daß sie sowohl räumliche als auch zeitliche Änderungsgeschwindigkeiten aufweisen" = ebd., 74

- arbeitet Differentialrechnung "mit Grenzwerten von Differenzen, den Differentialen. Ihr wichtigster Begriff ist der Differentialquotient (die Ableitung) einer Funktion. Er ist der Grenzwert eines Bruchs, dessen Zähler die Differenz zweier Funktionswerte und dessen Nenner die Differenz der zugehörigen Argumente  $\langle ? \rangle$  der Funktion ist. Das Berechnen dieses Grenzwerts nennt man differenzieren oder ableiten"<sup>59</sup>

- meint Differenzieren, *Momentaufnahme einer Umgebung um einen Punkt herum in der Zeit*; von beiden Seiten (bei zweidimensionalen Ereignissen) her minimierend umkreisen, infinitesimal

- "Die Geschwindigkeit ist der Differentialquotient des Weges nach der Zeit, die Beschleunigung der 1. Differentialquotient der Geschwindigkeit nach der Zeit oder der 2. des Weges nach der Zeit."<sup>60</sup> In exponentiellen Kurven sind Geschwindigkeits- und Beschleunigungskurve gleich

- treten in einer Funktionalgleichung neben einer oder mehreren unabhängigen Variablen (etwa  $t$ ) eine oder mehrere Funktionen dieser Variablen auf; hängen die auftretenden Funktionen in gewöhnlichen Differentialgleichungen nur von einer Variablen ab, in einer partiellen Differentialgleichung von mehreren; E. Kame, Differentialgleichungen reeller Funktionen, Leipzig (Akademische Verlagsgesellschaft) 1956, 1 ff.

## Mathematik in Bewegung

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

- "In Philosophia habe ich ein Mittel funden, dasjenige was Cartesius und andere per Algrebram et Analysisin in Arithmetica et Gemometria gethan, in allen scientien zuewege zu bringen per Artem Combinatoriam, welche Lullius und P Kircher zwar excolirt, bey weitem in solche deren intima nicht gesehen. Dadurch alle Notiones compositae der ganzen welt in wenig simplices als deren Alphabet reduciret, und aus solches alphabets combination wiederumb alle dinge samt ihren theoremâtibus, und was nur

<sup>59</sup> Peter Eisenhardt, Der Webstuhl der Zeit. Warum es die Welt gibt, Reinbek (Rowohlt) 2006, 357 (Glossar)

<sup>60</sup> Frederik J. J. Buytendijk, Allgemeine Theorie der menschlichen Haltung und Bewegung als Verbindung von physiologischer und psychologischer Betrachtungsweise, xxx, 489

von ihnen zu inventiren möglich, ordinata methodo, mit der zeit zu finden, wein weg gebahnet wird" (Leibniz)

- mathematische Analyse von Weltbewegungen entwickelt "Scheinbilder" (im Sinne der Definition von Heinrich Hertz) und Modelle, vor deren Hintergrund die Analyse sie dann "durch den `Kinematographen' der mathematischen Kalküle spult"<sup>61</sup>. Die Implementierung von Kalkülen in Maschinen (als Computer) ist also eine Kinematisierung von ansonsten rein statischer Mathematik; dann kommen "Scheinbilder" zustande nicht allein im Sinne von diagrammatischen Modellen, sondern vielmehr wie der Bewegungseffekt im Kino ab 16 Einzelbildfolgen pro Sekunde

- Analyse der Gehbewegung durch die Gebrüder Weber

## Symbolische Maschinen

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

- "Weil das Rechnen ein so sehr äußerliches und somit mechanisches Geschäft ist, haben sich Maschinen verfertigen lassen, welche die arithmetischen Operation aufs vollmenste vollführen. Wenn man über die Natur des Rechnens nur diesen Umstand kennte, so läge darin die Entscheidung, was es mit dem Einfalle für eine Bewandtnis hatte, das Rechnen zum Hauptbildungsmittel des Geistes zu machen und ihn auf die Folter, sich zur Maschine zu vervollkommnen, zu legen."<sup>62</sup>

- Medienmathematik als symbolische Alternative zum lötend-intuitiven Vorgehen (und erledigt sich mit der Miniaturisierung von elektrotechnischen Bauteilen auf Integrierten Schaltkreisen, die überhaupt nur noch auf Software-Ebene manipulierbar sind): "Der Amateur ist mehr und mehr bestrebt, die in seiner Praxis vorkommenden Aufgaben mathematisch zu lösen"; konkret gemeint sind damit "das Handhaben des Rechenstabs" - also Analogrechnen -, und "der Umgang mit Winkelfunktionen und komplexen Zahlen sollte vom Amateur ebenfalls beherrscht werden. Ähnliches trifft auf das Arbeitne mit Logarithmen und mit der Differentialrechnung zu."<sup>63</sup>

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

<sup>61</sup> Walter R. Fuchs, Knaurs Buch der modernen Physik, München / Zürich (Droemer Knaur) 1965, 135

<sup>62</sup> G. W. F. Hegel, Wissenschaft der Logik, ed. Georg Lasson, Hamburg 1963, vol. I, 212

<sup>63</sup> Otthermann Kronjäger, Amateuertechnik. Formeln, Diagramme, Anwendungsbeispiele, Berlin (Militärverlag) 1973, 16

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

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

- symbolische Notation als medienarchäographische Argumentationsform  
- in LaTeX; Formeln und Diagramme - neben der verbalsprachlichen Argumentation - Werkzeuge der medienarchäologischen und -theoretischen Analyse

### **Medienmathematik spezial: Formeln medieninduzierter Zeit**

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

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

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

### **Das Medium der Integration: Planimeter**

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

- zur Integration bzw. Flächenbestimmung Planimeter, bei welchen die Summierung der Flächenelemente kontinuierlich erfolgt - eine Form des

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

## **Quantenphysik, Turingmaschine: Rekursionen der pythagoreischen ganzzahligen Mathematik?**

- bringt Hitze Metalle zum Leuchten - medientechnisch konkret im Heizfaden der Vakuumröhre; weißes Licht (Strahlung, die bei Hochtemperatur auftritt, ein statistischer Mittelwert aus der Wärmelehre) "unterscheidet sich <...> wesentlich von den gleichförmigen Schwingungen der Rundfunktechnik oder dem ungestört dahinfließenden einfachen Ton einer Stimmgabel. Es kommt durch das ungeordnete Zusammenwirken ungezählter, in den Atomen stattfindender Elementarprozesse zustande"<sup>64</sup>; Vorhersage der Verteilung von Energie über die verschiedenen Wellen allein statistisch möglich

- gelingt es Max Planck, für thermische Strahlung ein (Licht-)Strahlungsgesetz aufzustellen, das in Übereinstimmung (also seinerseits "analog") mit den Meßergebnissen steht - (Meß-)Medientheorie buchstäblich, "indem er von dem Gleichnis ausging, daß die strahlungserregenden Atome sich wie die linearen Oszillatoren von Hertz verhielten, freilich mit einem fundamentalen Unterscheid, nämlich unter Anwendung der Voraussetzung, daß die Energie eines solchen Oszillators nicht jeen beliebigen Wert annehmen können, sondern daß für eine gegebene Schwingungszahl die Energie immer nur ein ganzzahliges Vielfache dieser Schwingungszahl sein könne. <Konen 1941: 340>

- eignen sich die Fourierschen Reihen, die die reinen Mathematiker behandeln, "nur für die Untersuchung jener Phänomene, die sich nach einer bestimmten Zeit wiederholen. Die Standardform der Theorie des Fourierschen Integrals <...> betrifft Kurven, die in ferner Vergangenheit klein sind und in ferner Zukunft wieder klein werden. Mit anderen Worten: <...> Phänomene, die in gewissem Sinne Anfang und Ende haben und nicht unendlich im etwa gleichen Maßstab weiterlaufen. Die Art von kontinuierlichem Phänomen, die wir in einem Geräusch oder einem Lichtstrahl finden, war von den Fachmatheamtikern vollkommen vernachlässigt und mathematisch interessierten Physikern <...> überlassen worden."<sup>65</sup>

- ein Unterscheidungsmerkmal zwischen neuzeitlicher und altgriechischer

---

<sup>64</sup> Heinrich Konen, Physikalische Plaudereien, Bonn 3. Aufl. 1941, 340

<sup>65</sup> Norbert Wiener, Mathematik. Mein Leben, Düsseldorf (Econ) 1962, 72

Mathematik, "dass erst die neuzeitliche Mathematik Prozesse als Prozesse beschreiben kann, infinitesimal, <...> mit beliebiger Annäherung ans Kontinuum oder ans Reelle" = Rock Me, Aphrodite. Antje Wegwerth im Interview mit Friedrich Kittler ( 24.05.2006), <http://www.heise.de/tp/r4/artikel/22/22695/1.html>

## **Symbolisch operative Mathematik: Das Lesen mathematischer Formeln**

- Formel-Schreibweise Bedingung für Mechanisierung (algorithmisch motiviert); Boolesche Logik
- "Die Relaismaschine war gewissermaßen von vornherein 'materialisierte Logik'" = Konrad Zuse, Die ersten programmgesteuerten Relais-Rechenmaschinen, in: Martin Graef (ed.), 350 Jahre Rechenmaschinen, München (Hanser) 1973, 51-55 (54)
- Grenzwert (Limes) "lim"; gilt seit Leibniz Grenzwert als Zahl, obgleich nur eine Annäherung
- Mathematik, die auf ihre Umsetzbarkeit in Schaltungen hin gedacht ist; mathematische (nicht philosophisch formulierte Logik) bietet sich für Implementierbarkeit im Computer an
- 1934 Magisterarbeit Shannon: führt Schaltlogik mit Bool'scher Logik zusammen
- Begriff des Kalküls als Zusammenfassung von Formeln; seit Leibniz eine Mathematik, die auf Implementierbarkeit in Maschinen hin gedacht; Zuses "Plankalkül"; für Computer alles auf Abzählbarkeit herunterbrechen, damit "komputierbar"
- Lesen der Formel: algorithmisches Denken dahinter; werden Formeln beim Lesen von innen her aufgelöst, von rückwärts (anders als sprachliche Formulierung)
- Operatoren Abkürzungen von Abzählprozessen

TURING / MASCHINE

## **Turing über ENIGMA**

- Die "comic strips": "For demonstration purposes it is bent to replace the machine by a paper model. We replace each wheel by a strip of squared paper" = No. 30, Nachlaß Turing (King's College, Cambridge): "Treatise on the Enigma", Stempel "TOP SECRET", p. 7; mit (Turing-)Schiere lesen: symbolische Operation als Einschnitt ins Reale an der Grenze zur Maschine; Wandlung der zweidimensionalen Textseite in eindimensionale Zeilen resultiert in Turingband. "It is sometimes possible to find the keys

by pencil and paper methods" = p. 96

"The square in the right hand column of the strip represent the spring contacts of the wheel in natural order." "The squares on the left represent the plate contacts" - wenn die *machine symbolique* zum operativen Diagramm wird; im Sinne Lacans in der Turing-Maschine die Symbole "flügge" geworden. "The machine itself is represented by a sheet of paper whith slots to hold the 'wheels'"

### **"Die mechanische Prozedur. Kurt Gödel als Medientheoretiker *avant la lettre*"**

- hat nicht-triviale Maschine einen "inneren Zustand" (im schwachen Sinne also ein "Bewußtsein" i. S. Gotthard Günthers), der nach Daten-Input das Ergebnis determiniert

- begreifen Turing und Gödel das Digitale epistemologisch als das Mechanische (im Sinne der mechanischen Prozedur und des Lacanschen "Symbolischen") im Elektrischen (im physikalisch "Realen"); definiert McLuhan zufolge die instantane Elektrizität ein neues Zeitalter; kehrt im Digitalcomputer eine mechanische Prozedur wieder ein - das Symbolische im physikalisch Realen; wirkt das Erklärungsmodell der instantanen Elektrizität im letzten Kapitel von *Understanding Media*, in dem es McLuhan um Automation geht, "mit einem Mal deplatziert" = Masterarbeit Thomas Nückel, 79, HU Berlin, *online*

- "Sicher ist es richtig, dass die Entwicklung der elektronisch gesteuerten Bauteile in Automaten enorm dazu beigetragen hat, die Leistung von Automaten zu erhöhen. Aktuell ist Elektrizität unabdingbar, um Automaten zu betreiben. Doch diese Energieform ist den Automaten nur äußerlich, sie ist nicht tatsächlicher Bestandteil der Automaten und Computer. Der textgesteuerte Automat benötigt, um zu arbeiten, zwar Energie jedoch nicht originär Elektrizität. Dies unterscheidet ihn zum Beispiel von einem Fernsehen, das der Elektrizität vom Grunde her bedarf. Die elementaren Arbeitsvorgänge von Automaten setzen anders als die Medien Telefon, Radio oder Fernsehen Elektrizität nicht vom Prinzip her voraus" = Peter Frey, *Kommunizierende Automaten. Die Dynamisierung der Schrift als medientheoretische Zäsur*. Bielefeld (transcript) 2009, 14

- a human be able, at least in principle, to follow the computation procedure, i.e., to check whether a configuration of symbols constitutes a formal proof or not; B. Jack Copeland / Oron Shagrir, Turing versus Gödel on Computability and the Mind. In: Copeland, B. Jack/Posy, Carl J./Shagrir, Oron (Hg.), *Computability. Turing, Gödel, Church and Beyond*, Cambridge / London (MIT Press) 2015, 1-33 (8); Hinweis Masterarbeit Thomas Nückel, *online*

- gleich einem altgriechische Buchstaben verlautenden, aber des Altgriechischen unkundigen Lesers von Homers *Ilias*, schreibt Gödel von formalen Systemen: "[...] the outstanding feature of the rules of inference

being that they are purely formal, i.e., refer only to the outward structure of the formulas, not to their meaning, so that they could be applied by someone who knew nothing about mathematics, or by a machine" = Gödel 1930, 45

- Begriff der "kinematischen Verkettung": Franz Reuleaux, Theoretische Kinematik. Grundzüge einer Theorie des Maschinenwesens. Braunschweig (Friedrich Vieweg und Sohn) 1875, 247; ferner: Babbage, "symbolical notation"

- zeigt Formalisierung "wie ein aufgeschnittenes Modell einer arbeitenden Maschine [...] die Form und Funktion in unverhüllter Klarheit. Wenn ein System formalisiert worden ist, liegen die logischen Beziehungen zwischen mathematischen Sätzen offen vor uns; man kann die Formgesetze verschiedener „Ketten“ von „sinnlosen“ Zeichen erkennen, wie sie zusammenhängen, kombiniert werden, wie eine in der anderen enthalten ist usf." = Nagel, Ernest/Newman, James R. (1958): Der Gödelsche Beweis. 9., unveränderte Auflage 2010. München (Oldenbourg), 32, Hinweis Thomas Nüchel; Maschine also als "operatives Diagramm" / *diagrammatic reasoning* (Peirce)

- zeigt Fig. 179 in Reuleaux 1875: 255 die Abbildung einer kinematischen Kette und darunter die Notation in kinematischer Symbolsprache, als algebraischer Ausdruck; kommt symbolische Notation bedeutungsloser Zeichen in einem diagrammatischen Argument zum Vollzug

- "Jeder Vorgang, der formal beschreibbar ist, kann als Operation einer symbolischen Maschine dargestellt und - im Prinzip - von einer wirklichen Maschine ausgeführt werden. Formalisierung - im Sinne der Beschreibung in den Termini einer formalen Sprache - und Mechanisierung - im Sinne der Ausführung durch maschinelle Apparate - erweisen sich als Begriffe gleicher Extension: Jede formalisierbare Prozedur ist auch mechanisierbar" = Krämer 1988: 3

- M. S. Tukatschinski, Maschinen als Mathematiker, Berlin 1960

## **What´s a Turing Machine?**

*a theoretical computer* consisting of a tape of infinite length and a read-write head which can move left and right across the tape. When started, a Turing machine executes a series of discrete transitions, as determined by its transition table and by the initial characters on the tape. For each transition, the machine checks what state it is in and what character is written on the tape below the head. Based on those, it then changes to a new state, writes a new character on the tape, and moves the head one space left or right. The machine stops after transferring to the special HALT state. So, a transition table for a 2-state TM might look like this:

State 1

State 2

"x"

2, y, right

1, y, left

"y"

2, x, left

halt, x, right

If the machine was in state 1 and an "x" was the current character, it would write a "y", move right, and enter state 2. If it were in state 2 looking at a "y", it would write an "x", move right, and halt. Technically, a valid TM should have an action defined for every state/character pair that might occur. The simulator applet implicitly halts if it finds no transition that applies to its current situation.

It has been proven that a TM is capable of performing any computation that a modern computer can, *given enough time*. Infact, it is technically MORE powerful than modern computers, since it has no storage limitations.

## **Turing Train Terminal**

David Moises, Severin Hofmann /A

CyberArts 2004. Prix Ars Electronica Exhibition  
Linz, 2.- 19. September 2004

Die Installation ist genau genommen ein Computer in Form einer Eisenbahn. Das Betriebssystem ist die Umsetzung einer Turingmaschine\* (nach Adam Calcraft und Michael Greene), eine universelle Rechenmaschine mit der theoretisch alles Berechenbare berechnet werden kann. Drei "bits" werden durch eine Lok erst in den Speicher (die Weichen) geschrieben: Die Lok fährt durch das System, stellt die Schreib-/Leseköpfe und kehrt an den Ausgangspunkt zurück. Um ein bit zu kalkulieren müssen ca. 80 m Schienenweg zurückgelegt werden. Die Veränderung der Gleisanlage ist das Resultat der Berechnung. Die Eisenbahn ist in der Lage sechs Rechenoperationen durchzuführen.

[www.monochrom.at/turingtrainterminal](http://www.monochrom.at/turingtrainterminal)

\*Alan M. Turing, 1936

David Moises (Wien)

Studium an der Kunstuniversität Linz und der Humboldt Universität zu Berlin

Severin Hofmann, Studium an Kunstuniversität, Linz

There are three types of points in the layout.

- The distributors are orange;
- The lazy points look the same but appear in different colors;
- And the most common point is the sprung point, which is drawn with a clear preference for the route of the train.

In order to prep the layout for input, all distributors and lazy points have to be set to 0. This is done, by pressing the RESET-Button. Now, the tape is set to 000.

To set the input to the tape, press the red SET-Buttons. So to set up the input 1+1 on the three-block layout, you need to send the train to the outer two SET lines: 1 0 1. Then press SET1, leave SET2 untouched and press SET3. These Buttons control the three points on the yellow ringline. Afterwards the green RUN-Button lets the train first write the INPUT-value into each read/write head. It then gets directed into the SET1 read/writehead and comes back out on that line. This has effectively set the digit stored in that block on the "tape" to 1. It passes the SET2 point, moves into SET 3 and sets this value to 1. Now the Input 1 0 1 is set - visible through the I/O-lamps.

The next station is the START point - Once the locomotive enters the system from that point the calculating starts. Now watch the train as it leaves again and finds a rest at the start point. The altered state, visible on the lamps, is the result. In this example 1 1 0, actually means 2 in the notation of this apparatus.

**CALCULATING PROCEDURE:** To set up the train set for a calculation it needs to be re-set. By pressing the yellow RESET Button all points get set to the value "0". This is visible through the three I/O-lightsigns.

Now one can re-set the machine, by pressing the red SET-Buttons. After this the locomotive is ready to calculate and it gets started with the green RUN-Button.

First the requested value gets written into the read/write-head (pink and orange) and then the train enters the system at the start-rail and gets directed through the system as the points have been pre-set and eventually leaves after a while. The altered state is the result.

The following operations can be calculated:

	Input		Output
0+0	000	000	= 0
0+1	010	100	= 1
1+0	100	100	= 1

1+1	101	110	= 2
0+2	011	110	= 2
2+0	110	110	= 2

Antwort an Moises, 24. April 2015: Link zum großartigen Turingtrain-Movie - videographisch wie medienarchäologisch interessant und originell, und in der Bildauflösung bereits der Entropie anheimgegeben. Nun kann ich den Besuchern auch besser erklären, warum im hiesigen Medienarchäologischen Fundus auf die Steuereinheit einer Modelleisenbahn gelagert ist.

20.04.2015 David Moises: In jedem Fall freue ich mich die Modelleisenbahn-Turingmaschine bei Ihnen aufzubauen:

[http://www.monochrom.at/turingtrainterminal/ttt\\_movie\\_small.mov](http://www.monochrom.at/turingtrainterminal/ttt_movie_small.mov)

### **Turingmaschine (Halteproblem)**

- <https://turingmachinesimulator.com>; wäre Emulator, wenn als Bastelanweisung mit kariertem Papier; in der Schere lesen: draw a distinction (Operator i. S. von Spencer Brown)

- Warten oder Neustart? sitzen vor Ihrem Bildschirm und fragen sich: "Ist der Computer abgestürzt oder rechnet er noch?"

- bei Z22 durch Lautsprecher abgelauscht, ob ein rechnender Rhythmus oder ein Techno-Takt; siehe Ton-Datei Z22

Zu einem beliebigen Programm und einem Satz von Eingabedaten soll entschieden werden, ob dieses Programm mit diesen Daten nach endlicher Zeit stoppt oder nicht.

- in der Theoretischen Informatik nicht lösbar: Halteproblem: Man kann beweisen, dass es kein Programm gibt, welches obige Frage beantwortet.

Eine Maschine mit ausreichendem Speicher, der sowohl Daten wie Befehle faßt, und mit einem zur Ausführung der Befehle CLR (Löschen), INC (Inkrementieren), LOAD (Lesen), STORE (Speichern) und BR (Springen falls Null) fähigen Prozessor ist eine universelle Turingmaschine (der Befehlssatz kann weiter reduziert werden (Rojas, 1996)).

### **Turing-Maschine mit LEGO**

LEGO website at: <http://www.lego.com>; copyright 1996, 2000, Denis Cousineau

A Turing machine is the simplest form of a computer. The concept was invented by Alan Turing in 1936. This was the first computer invented (on paper only). Principles of a Turing machine:

In its simplest form, a Turing machine is composed of a "tape", a ribbon of paper of indefinite length. There is a "head" that can read the symbol, chose to write a new symbol in place, and then move left or right. The Turing machine is said to be in a certain "state". Finally, the program is a list of "transitions", that is a list that says, given a current state and a symbol currently under the head, what should be written on the tape, what state the machine should go, and whether the head should move left or right.

The tape is used to store data. In addition, it can also store a series of transitions (a small programs) and thus, the head can run "sub-programs". We then say a Turing machine is emulating another one (the one on the tape). By analogy with modern computers, the tape is the memory and the head is the microprocessor.

- Although composed of pretty simple capabilities, Turing argued that this simple machine could perform any computation, that is, could realize *anything that results from operations*. In 1950, he discussed that the mind is itself the results of operations (at the neural level) and thus is the creator of the artificial intelligence studies.

## **Virtual Turing machine**

- Turingmaschine aus Lego:

<http://mapageweb.umontreal.ca/cousined/lego/5-Machines/Turing/Turing.html>

- One way to know that a simple mechanism has the same computational capabilities than a Turing machine is to see if it can emulate a Turing machine. "Indirectly, it shows that humans are also Turing machines since we can emulate them."

- implement in Lego a slightly different version of the original Turing machine. Instead of having a bi-directional tape, it uses a stack. When the symbol beneath the stack is read (and removed), the machine changes "states" and can add zero, one or two symbols on top of the stack; can emulate a Turing machine placed on the stack

- reader is at the bottom of the memory. It is a mechanism meant to expulse one symbol at a time. The expulsed symbol pass in front of the light detector so that the bar code can be read

## **Zwischen Schreibmaschine und Tonband: die Turing-Maschine**

- Bandcode in der Kryptographie: Kodierung durch Umwicklung eines Bandes um einen Schaft; Prinzip der Transposition (Buchstabenmischung)

- Mathematik immer auch geerdet in ihren prä-medialen, kulturtechnischen Praktiken; altgriechische Episteme scheitert an der Inkommensurabilität von Arithmetik und Geometrie, solange mit Zirkel und Lineal versucht wird, die Quadratur des Kreises auszumessen. Antwort darauf ist die mathematische Analysis erst in der Neuzeit

- steht Alan Turing im Entwurf seiner modellhaften Turing-Maschine nicht Handschrift (die Kulturtechnik von *scriptio continua*) vor Augen, sondern die von McLuhan definierte Gutenberg-Schrift, sprich: Typographie (wenngleich Gutenberg deren technischen, diskreten Charakter gerade im Layout zu dissimulieren trachtete). Das Schriftliche liegt im Entwurf Turings eher im Algorithmischen der zur Maschine abstrahierten mathematischen Operation, denn erst als Vollzug (als Derridasche temporalisierende Raumschrift) wird die Mathematik Maschine.

Turings Begriff des unendlichen Bands, nämlich *tape*, rekuriert auf das dominierende Schreibmaschinenmodell seiner Zeit (das Farbband darin, ebenso wie in der ENIGMA). Demgegenüber wird zur gleichen Zeit bei der AEG in Berlin an dem gearbeitet, was die Franzosen *écriture magnétique* nennen: die Tonbandaufzeichnung, die eine Alternative zur diskreten Typographie darstellt, nämlich analoge Amplitudenschwankungen (dem Analogcomputer daher näher als dem Digitalcomputer, insofern der Analogrechner mit Spannungen selbst eben nicht buchstäblich, sondern transitiv zu rechnen vermag; der Analogcomputer modelliert nicht die Welt mathematisch, sondern vollzieht sie im gleichen Medium). Die Eigenschaft des Maschinen"kopfes", nicht nur schreiben, sondern auch lesen zu können, ist nicht von der Schreibmaschine, sondern vom Tonband abgeleitet.

Andererseits operieren Turing-Maschinen auf Zeichen, denen keine *a priori* mathematische Bedeutung zukommt; vielmehr sind diese Zeichen beliebig, können auch Helligkeitswerte sein, Töne. Ihr Kennzeichen liegt allein darin, daß sie *operative* Symbole darstellen. Der Begriff der Operativität aber steht der Zeit als Prozeß näher denn der Schriftbegriff.

Im englischen Original heißt es bei Turing 1936, die Maschine sei in dem Moment, wo sie ein Symbol vom Band ausliest (*scan*), desselben "directly aware". Hier wird ein Gedächtnis (eine diskrete "Historie") von Band aktualisiert. Eine Mechanik hat im aktuellen Zustand als Gefüge ein "Bewußtsein" durch die widerstrebige Unwahrscheinlichkeit der festen Kopplung ihrer Teile (Strom- und Zugspannung, die tragende Säule in der Architektur ebenso wie der Kondensator im elektrischen Schaltkreis); diskrete Zeichenketten, mit bloßem Bleifstift auf Papier notiert, hingegen sind nicht im von sich aus, sondern erst durch menschliche Lektüre (und damit neuronale Verschaltung) gebunden

- Maschine hat zumal ein Gegenwartsbewußtsein, insofern sie immer auf bestimmten Zeitpunkten basiert und operiert. Darin liegt auch die Antwort

auf die Aporie des "unendlichen Bandes": Aufgrund der Zeitabhängigkeit (aber nicht zeitkritisch!) der TM braucht immer nur ein endlicher Abschnitt des Bandes beschrieben zu werden; zeitliches und räumliches Intervall korrelieren hier miteinander.

- Für das Verfahren (den Algorithmus) ist die konkrete Turing-Maschine jeweils "nur das" - mithin technische / weltliche / zeitliche "Medium" (Bernd Mahr)

## **(Über)Abzählbarkeit**

Die Turing Maschine entstand als Modell der berechenbaren Zahlen 1936/37. Mit Grauzonen zu rechnen ist eine Kunst, die erst einer Mathematik der Überabzählbarkeit gelang.

---

"Turing sagt also, die reellen Zahlen sind überabzählbar viele. Turing führt anstelle der unhandlichen, weil überabzählbaren reellen Zahlen, eine handliche abzählbare runde Menge derselben reellen Zahlen ein, und ohne dass er das sagt, ist ihm klar, dass abzählbare Mengen, dass alle abzählbaren Mengen, nach Cantors Beweis, äquivalent sind der Menge der ganzen Zahlen und deshalb so behandelbar wie die abzählbaren Quantenzustände. Und de facto läuft das darauf hinaus, dass die Turing-Maschine die Zahl Pi genauso anschreibt, wie die Formel von Leibniz für die Zahl Pi aussieht."<sup>66</sup>

Turings Aufsatz von 1936 stellt das Modell der berechenbaren reellen Zahl auf:

<copy COMPTURINGPUZZLEALUNNI>

"Il déduit de l'indécidabilité du problème de l'arrêt que l'on peut définir des nombres réels qui ne sont pas calculables."<sup>67</sup>

---

Shannon führt Elektronenröhren in Turing-Maschinen ein: "Nicht als Schalter mit denen Pseudo-Zufallszahlen generiert werden könnten, sondern als Quelle einer physikalisch zufälligen Sequenz: 'The combination of the random device and the [computing] machine will be called *p*-machine'".<sup>68</sup> Shannon interessiert sich also für die *physikalische*

---

<sup>66</sup> "Rock Me, Aphrodite", Friedrich Kittler interviewt von Antje Wegwerth (24. Mai 2006), <http://www.heise.de/tp/r4/artikel/22/22695/1.html>

<sup>67</sup> Charles Alunni, RAPPORT SUR L'ÉPREUVE ÉCRITE DE COMMENTAIRE DE DOCUMENT (CONCOURS ENS-INTERNATIONAL SCIENCES 2009)

<sup>68</sup> Axel Roch, Claude E. Shannon: Spielzeug, Leben und die geheime Geschichte seiner Theorie der Information, Berlin (gegenstalt Verlag) 2009, 244 (Endnote 118), unter Bezug auf: Claude Elwood Shannon: Collected Papers, Piscataway (IEEE

Alternative zu berechenbarer Zahlen.

## "Finitheit"

<siehe auch § "Finite State Machines" in MEDZEITURBINENG>

= "Bezeichnung für die charakteristische Eigenschaft eines Algorithmus, daß er zu jedem Zeitpunkt (vor, während und - falls er endet - nach seiner Abarbeitung) nur einen endlichen Bereich beeinträchtigt oder verändert hat."<sup>69</sup>

"Jeder Algorithmus muß *statisch finit* sein, d. h., er wird durch einen endlich langen Text beschrieben. Ein Algorithmus heißt *dynamisch finit*, wenn die von ihm verwendeten Objekte und Strukturen zu jedem Zeitpunkt endlich bleiben. Dies ist z. B. nicht der Fall, wenn die Menge der natürlichen Zahlen (1,2,3,...) als Objekt benutzt wird (hier wird also nicht das Symbol  $\langle N \rangle$ , sondern eine unendliche Menge verwendet), oder wenn die Kontrollstruktur unendlich viele parallel zu verarbeitende Anweisungen vorschreibt" <ebd.>.

## TM-Material

- Schematische und tatsächliche Turing-Maschine im Vollzug:  
[http://www.washingtonpost.com/blogs/comic-riffs/post/alan-turing-google-doodle-decoding-the-depth-of-his-genius--by-the-numbers/2012/06/23/gJQAIIPRxV\\_blog.html](http://www.washingtonpost.com/blogs/comic-riffs/post/alan-turing-google-doodle-decoding-the-depth-of-his-genius--by-the-numbers/2012/06/23/gJQAIIPRxV_blog.html); ferner Hinweis Sophie Kühmel Juni 2012 (zu Turings 100. Geburtstag): "Zum Glück wird im digitalen Zeitalter immer alles sofort kopiert/mitgeschnitten": <http://www.seo-united.de/blog/google/doodle-alan-turing-mathematiker-grosbritannien.htm>

- Stichwort Zahlentheorie und ihre Zugänglichkeit: Sie beschäftigt sich ur- wie hauptsächlich mit den Eigenschaften natürlicher Zahlen (d. h. ganzer, positiver Zahlen): etwa die Teilbarkeit natürlicher Zahlen, ob eine natürliche Zahl als Summe von Quadraten darstellbar ist oder ob eine gegebene Zahl eine Primzahl ist (daß sie also nur die Eins und sich selbst als Teiler hat). Im Laufe der Zeit haben sich die Fragestellungen auch auf die ganzen, rationalen und reellen Zahlen erweitert: Turing 1936. Beispiel für ein Problem im Bereich der Zahlentheorie: die Quadratur des Kreises. "Die Unmöglichkeit der Quadratur des Kreises liegt daran, dass die Kreiszahl  $\pi$  nicht algebraisch ist <...>. Eine Zahl die nicht algebraisch ist heißt transzendent, womit der Bereich der Untersuchungen erneut um ein

---

Press) 1993, 747

<sup>69</sup> *Schüler-Duden Informatik, wiss. bearb. v. Volker Claus / Andreas Schwill, 2., neu bearb. Aufl. Mannheim u. a. (Dudenverlag) 1991, 196 (Eintrag "Finitheit")*

Gebiet erweitert wurde. Gegen Ende des 19. Jahrhunderts wurde immer klarer, dass sich die Zahlentheorie in ganz unterschiedliche Richtungen entwickelte, so dass man heute zwischen algebraischer Zahlentheorie, analytischer Zahlentheorie und arithmetischer Geometrie unterscheidet. Die algebraische Zahlentheorie beschäftigt sich mit dem Zusammenspiel zwischen algebraischen Ausdrücken und den Eigenschaften natürlicher Zahlen. Die analytische Zahlentheorie wurde durch das Verwenden von funktionentheoretischen Methoden innerhalb der Zahlentheorie begründet. Da sich gewisse algebraische Eigenschaften hauptsächlich durch geometrische Ausdrücke beschreiben lassen entstand der Bereich der arithmetischen Geometrie."<sup>70</sup>

- *Programm* = ein System von Befehlen, die von einem Automaten ausgeführt werden können (Definition von Neumann)

- ob Computer überhaupt rechnen; tatsächlich ist die symbolische Algebra Elektrotechnik pur. Flussers Neologismus des technoimaginären Codes; nicht schlicht "technische" Apparaturen, die diesen erzeugen, sondern techno-mathematische Medien

- cKULTMAT / Mit dem Materiellen gerät der rein logische Raum des Digitalen gelegentlich in Konflikt. Es kommt zu Kurzschlüssen, „wo die Daten, die der Computer verarbeitet, nicht schon symbolisch codierte Texte sind, vielmehr kontingenzbehaftete chaotische `wirkliche` Vorgänge mit Zeitindizes. Hier führt der mit der Digitalisierung einhergehende Zwang zur getakteten, also diskret behandelten Zeit dazu, daß die Hardware über die Möglichkeit oder Unmöglichkeit einer Berechnung entscheidet“.<sup>71</sup>

- ENIGMA: Solange die kryptographische Abbildung (*mapping*) von Buchstaben auf andere immer festgelegt ist, bleibt dies eine buchstäblich strukturelle Schwäche der Maschine

- Turing-Zitat über das "Bewußtsein" der Maschine: "... so to say 'directly aware'; also eher auf die Wahrnehmung denn das emphatische deutsche Bewußtsein bezogen (dies hieße im Englischen eher "conscious").

Umgekehrt Turings Theorem:

<copy MEDMASCHIN> Der Mensch *ist* "effektiv" im Zustand der Maschine, wenn er (kopf)rechnet. "As Turing points out, in its extreme form the argument implies that the only way in which one can be sure that the machine thinks is to *be* the machine" <in: B. V. Bowden (Hg.), *Faster Than Thought. A Symposium on Digital Computing Machines*, London (Pitman Publishing) 1953; Paperback-Ausgabe 1971: 320>, mithin transitiv.

---

70

<http://www.mathematik.de/ger/information/landkarte/gebiete/zahlentheorie/zahlentheorie.html>; Zugriff: 21. Mai 2013

<sup>71</sup> Friedrich Kittler, hier in der Paraphrase von Sybille Krämer, in: dies. (Hg.), *Medien - Computer - Realität. Wirklichkeitsvorstellungen und Neue Medien*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1998, 19

- Die TM als modellbildend für das dominante Medium aktueller Kommunikationskultur: Begriffe von Tabelle, und "Zustand"

- <copy REKURSMATHMAHR>

In der Tat steht Turing nicht Handschrift (die Kulturtechnik von *scriptio continua*) vor Augen, sondern die von McLuhan definierte Gutenberg-Schrift, sprich: Typographie (wenngleich Gutenberg deren technischen, diskreten Charakter gerade im Layout zu dissimulieren trachtete). Das Schriftliche liegt im Entwurf Turings eher im Algorithmischen selbst, denn erst als Vollzug (als Derridasche temporalisierende Raumschrift) wird die Mathematik Maschine.

Turings Begriff des unendlichen Bands, nämlich *tape*, rekuriert auf das dominierende Schreibmaschinenmodell seiner Zeit (das Farbband darin, ebenso wie in der ENIGMA). Demgegenüber wird zur gleichen Zeit bei der AEG in Berlin an dem gearbeitet, was die Franzosen *écriture magnetique* nennen: die Tonbandaufzeichnung, die eine Alternative zur diskreten Typographie darstellt, nämlich analoge Amplitudenschwankungen (dem Analogcomputer daher näher als dem Digitalcomputer, insofern der Analogrechner mit Spannungen selbst eben nicht buchstäblich, sondern transitiv zu rechnen vermag; der Analogcomputer modelliert nicht die Welt mathematisch, sondern vollzieht sie im gleichen Medium).

Ohne diskrete Schrift wäre die Turing-Maschine so kaum denkbar gewesen (alternativ dazu aber eine im Analogen operierende TM?). Wie sehr unter Schrift fast selbstredend die diskrete, alphabetische Schrift verstanden ist, die als Kulturtechnik so sehr in Fleisch und Blut des Abendlandes eingegangen ist, daß sie wie selbstverständlich erscheint, zeigt sich darin, daß schon das "Entscheidungsproblem" Diskretheit unterstellt (anders als die "mehrwertige Logik").

Andererseits operieren Turing-Maschinen auf Zeichen, denen keine *a priori* mathematische Bedeutung zukommt; vielmehr sind diese Zeichen beliebig, können auch Helligkeitswerte sein, Töne. Ihr Kennzeichen liegt allein darin, daß sie *operative* Symbole darstellen. Der Begriff der Operativität aber steht der Zeit als Prozeß näher denn der Schriftbegriff.

Für das Verfahren (den Algorithmus) ist die konkrete Turing-Maschine jeweils "nur das Medium" (Bernd Mahr).

- Oswald Wiener: die Maschine ist die "Struktur" einer Zeichenkette

## **Turing zur Morphogenese**

<http://www.swintons.net/jonathan/Turing/turbox.htm>

"A guide to the Turing morphogenesis papers", (c) Jonathan Swinton 1998-2004 (consists largely of an annotated list of the King's College archive)

23.01.2015 Höltgen Stefan: Turings Reaktionsdiffusions-Theorie = im Prinzip ein Modell für einen Zellulären Automaten; zeigt der Mechanismus

hinter der Morphogenese von Mustern alle Bestandteile von Zellularautomaten: Anfangs- und Folgezustände, Übergangsfunktionen (Regeln, nach denen die Anfangs- in Folgezustände übergehen) und eine zeitliche „Taktung“, innerhalb derer die Aktivatoren und Inhibitoren die Übergangsfunktion steuern. Die von Turing beschriebenen zeitabhängigen Differentialgleichungen stellen die Regeln dar, in die diese Elemente eingebettet sind; eine Simulation programmieren, die die Musterverteilung der schwarzen Flecken auf dem Kuhfell nach Turings Regeln simuliert. "Damit wäre auch die Kuh ein weiteres Mal für den medientheoretischen Diskurs gerettet" (Höltgen)

## Rechnens als Schrift

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

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

- fragt Faraday in Brief an Clerk Maxwell 23. November 1857 an, ob Mathematiker ihre Schlußfolgerungen nicht "in common language as fully, clearly, and definitely as in mathematical formulae" ausdrücken könnten, "translating them out of their hieroglyphics, that we also might work upon them by experiment"<sup>72</sup>. Dementsprechend gründet Medienarchäologie ebenso im Alphabet wie in der Zahl. Bertrand Russel spricht der Alltagssprache die Fähigkeit ab, (techno-)physikalische Prozesse wirklich zu durchdringen; "only mathematics and mathematical logic can say as little as the physicists means to say"<sup>73</sup>, mithin also ohne diskursive Redundanz

- gegenüber der narrativen Suggestion (seit dem "Schiffskatalog" in Homers *Ilias*, Buch II) die Form der Liste (Diss. Liam Young), das Format der Labornotation: "The scientific paper, with its tightly ritualized succession of sections, its invariant procedures of description, claims an authoritative retrospect towards the knowledge it produces"<sup>74</sup>, mithin ein *transitives* Verhältnis zum registrierten Objekt, ein anderer Typus von alphanumerischer *record*, der Aufzeichnung im Realen (quasi photo-, kinemato- und phonographisch) näher denn jede symbolische Schrift (das

---

<sup>72</sup> Hier zitiert nach: Gillian Beer, *Open Fields: Science in Cultural Encounter*, Kapitel "Translation or Transformation? The Relations of Literatur and Science", Oxford (Clarendon) 1996, 173-195 (180)

<sup>73</sup> Bertrand Russel, *The Scientific Outlook*, zitiert in: Beer 1996: 182

<sup>74</sup> Beer 1996: 182, hier unter Bezug auf B. Latour / S. Woolgar, *Laboratory Life. The Construction of Scientific Facts*, 2. Aufl. Princeton, NJ, 1986, 45ff

Alphabet); damit verbunden eine andere Zeitlichkeit: die zeitinvariante Gültigkeit im Unterschied zur wissenschaftlichen Relativierung

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

- Turings Begriff des unendlichen Bands *tape* rekuriert auf das dominierende Schreibmaschinenmodell seiner Zeit (das Farbband darin, ebenso wie in der ENIGMA); wird demgegenüber zur gleichen Zeit bei der AEG in Berlin an dem gearbeitet, was Franzosen *écriture magnetique* nennen: die Tonbandaufzeichnung, die eine Alternative zur diskreten Typographie darstellt, nämlich analoge Amplitudenschwankungen (dem Analogcomputer daher näher als dem Digitalcomputer, insofern der Analogrechner mit Spannungen selbst eben nicht buchstäblich, sondern transitiv zu rechnen vermag; der Analogcomputer modelliert nicht die Welt mathematisch, sondern vollzieht sie im gleichen Medium)

- "operative Computerspielanalyse" = Seminar Computer(spiel)sprachen (Game Circuits Nr. 14), 15. Januar 2016, Signallabor HU

- logische Gatter im Kern *und - oder - nicht*; "könnte auch Aristoteles lesen"; Computer jedoch keine rein symbolische Maschine, sondern "spricht Spannungen": Signale; ASCII-Art allein aus Graphikelementen im Zeichensatz generiert

## TURING-TEST

### **Die Turing-Frage: Menschen im (Rechen-)Maschinenzustand**

- King's College Cambridge, Findbuch Nachlaß Turing, Nr. 30: Manuskript 'The game of 'Psychology', S. 8: "'Psychology' in the finite case"

- Niklas Luhmann, Kommunikation mit Zettelkästen, in: ders., Universität als Milieu, Bielefeld (Haux) 1992, 53-xxx (im Interview mit Dirk Baecker); setzt das operative Verhältnis zum Zettelkasten den damit hantierenden Menschen in den "Computer"-Zustand; gilt dies vorab für Menschen im artikulierte Sprech-, alphabetischen Schreib- und Lesezustand (TM), i. U. zur analogen sensuellen Signalverarbeitung; gerät der Sprecher im Moment der fremdsprachlichen Artikulation in einen TM-Zustand

- Erweiterung des symbolbasierten Turing-Tests um die Dimension des *embodiment* = N. Katherine Hayles, *How We Became Posthuman. Virtual Bodies in Cybernetics, Literature, And Informatics*, Chicago / London (University of Chicago Press) 1999, xi f.; Milgram Test (1961)

- verfügt Wolfgang von Kempelens *Schachtürke* (1769) nur scheinbar über

künstliche Intelligenz; wurde der in seinem Innern verborgene Zwergmensch entdeckt (Benjamin)

- umgekehrte Lesart von Turing 1936: Mensch beim Rechnen im Maschinenzustand; nun die Maschine beim Rechnen im Mensch-Zustand

- operiert Navigieren im Straßenverkehr entlang von Verkehrsschildern in hohem (wenn nicht vollständigen) Maße in symbolischen Welten: in diskreten Artikulationen, (symbol-)entziffernd

- mit der Rechenmaschine Rechnen ohne Denken möglich; Trennung von *computing* und lat. *putare*

- "Man weiß sehr wohl, daß sie nicht denkt, diese Maschine. Wir sind's, die sie gebaut haben, und sie denkt, was man ihr gesagt hat, daß sie denken soll. Aber wenn die Maschine nicht denkt, dann ist klar, daß wir selbst auch nicht denken in dem Moment, in dem wir eine Operation ausführen. Wir folgen exakt denselben Mechanismen wie die Maschine."<sup>75</sup>

- "Mais si la machine ne pense pas, il est clair que nous-mêmes ne pensons pas non plus au moment où nous faisons une opération. Nous suivons exactement les mêmes mécanismes que la machine."<sup>76</sup>

- "So sehen wir, daß die Logik der Maschine der menschlichen Logik ähnelt, und indem wir Turing <1936> folgen, können wir sie benutzen, Licht auf die menschliche Logik zu werfen."<sup>77</sup>

- wird das Individuum von den techno-logischen Bedingungen gewählt: "Erst in diesem Gewählt-Werden beginnt das Denken"<sup>78</sup>; kaum daß Mensch (auf Papier) rechnet, ist er im Maschinenzustand; gilt ferner für artikulierte Sprache und alphabetisches Schreiben

- Hinweis Leonhard Euler im Vorwort zu seiner *Arithmetik*: Gehilfe Lampe, obgleich akademisch ungelernnt, vermochte nach Diktat der mathematischen Formeln sie allmählich zu begreifen; will Leonard Euler nach seiner Erblindung dennoch ein Werk über Algebra verfassen; wählt er sich einen jungen Menschen, der hinreichend rechnen kann, ansonsten aber nicht den geringsten Begriff von Mathematik hat. "Dem ohngeachtet hat er nicht nur alles wohl begriffen, was ihm sein großer Lehrer vorsagte, und zu schreiben befahl, sondern er wurde dadurch in kurzer Zeit in den

---

<sup>75</sup> Jacques Lacan: Psychoanalyse und Kybernetik oder von der Natur der Sprache [\*1955], in: Das Ich in der Theorie Freuds und in der Technik der Psychoanalyse, Olten / Freiburg i. Br. 1980 [= Seminar, Buch II, Weinheim / Berlin 1991], 373-390. Hier zitiert nach dem Abdruck in: Kursbuch Medienkultur, hrsg. v. Lorenz Engell et al., Stuttgart 1999, 405-420 (415)

<sup>76</sup> Jacques Lacan, Le Séminaire. Livre II: Le moi dans la théorie de Freud et dans la technique de la psychanalyse, Paris (Seuil) 1978, 350

<sup>77</sup> Norbert Wiener, Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung im Lebewesen und in der Maschine, Düsseldorf et al. (ECON) 19xx, 184

<sup>78</sup> Alain Badiou, xxx, 2003, 20

Stand gesetzt die in der Folge vorkommende schwere Buchstaben-Rechnungen ganz allein auszuführen und alle ihm vorgelegte Algebraische Aufgaben mit vieler Fertigkeit aufzulösen" = Leonard Euler, Vollständige Anleitung zur Algebra, unter Mitwirkung von Joh. Niessner in revidierter Fassung neu hg. v. Jos. E. Hofmann, Stuttgart (Reclam) 1959, "Vorbericht" (39); reicht es also hin, zunächst unverstandenes Wissen schlicht abzuschreiben und dadurch - als Schreibmaschine - die Maschinenhaftigkeit der mathematischen Operation selbst anzueignen, mit der Zeit.

- läßt sich jeder mathematische Formalismus in einen Automaten verwandeln (und umgekehrt)

- wird das Kopfrechnen (das schon quasi-automatisiert stattfindet), auf Papier errechnet, in einen Algorithmus, nämlich Einzeloperationen zerlegt, die nahezu mechanisch geschehen (Einzelzahladdition immer noch als Kopfarbeit); wird kognitiver Vorgang mit Rechenmaschine an Mechanik deligiert, vollständig

## **Dialog mit Androiden**

- "Imitationsspiel": Alan A. Turing, Kann eine Maschine denken? [\*1950], in: Kursbuch 8 (1967), 106 ff.; für den Fall nicht-diskreter, sonischer Resonanz: Maurice Blanchot, zum Sirenenengesang

- E. T. A. Hoffmanns Erzählung "Die Automate", in: Werke II, Frankfurt 1967, 352f: Einblick in das Räderwerk, wobei "unerachtet auch hier die Rückwirkung eines denkenden Wesens unerläßlich schien"

- "Irritation des Menschen" durch die ("denkende") Maschine; zu Kant als das "historische Apriori" der Turing-Maschine: Bernhard J. Dotzler, Die Revolution der Denkart und das Denken der Maschine: Kant und Turing, in: Diskursanalysen I, Opladen (Westdeutscher Verl.) 1987, 150-163

- Kant protokybernetisch auf der Suche nach den "sicheren Prinzipien der Steuermannskunst" = Prolog A 18 zu KrV; "Struktur der Mathematik und der mathematischen Physik" = Ernst Cassirer, Kants Leben und Lehre, Darmstadt 1977, 293; Kants "Schematismus" des Verstands als quasi-Programmierlogik, in: *Kritik der reinen Vernunft*; ebd.: Denken als Datenverarbeitung KrV A 239: "aus etwanigen Datis einen Begriff zu machen"; Verstand als "Vermögen der Regeln" (KrV A126)

## **Akustischer und kinematographischer Turing-Test**

- mechanisch-kinematographische Bewegung von Automaten als der Testfall von Tanz: "Mit ruckweisen Bewegungen senkt Coppélia den Kopf und winkt, wiederholt immer wieder die gleiche Geste. Unwirsch, gereizt, schaltet der Alte den Mechanismus aus. Die Puppe erstarrt" = E. T. A. Hoffmann, *Der Sandmann*; Heinrich von Kleist, *Das Marionettentheater*

- Ballett *Coppélia*, eskaliert die Lage: "A dancer mimics a clockwork dancing doll simulating a dancer. The imitating movements, dancing twice removed, are redictably "mechanical", given the discrepancies of outward resemblance between clockwork dancers and real ones."<sup>79</sup>

- frühe Kinematographie (der Kamera-Projektor der Gebrüder Lumière) von demgleichen mechanischen Uhrwerk getrieben (getaktet), nur daß nicht die Anzeige von Zeit, sondern die Aufnahme von Bewegung die (gleichartige) Funktion dieses Mechanismus ist. "These discrepancies may diminish to zero with the technological progress of clockwork, until a dancer mimicking a clockwork dancer simulating a dancer may present a spectacle of three indiscernible danvers engaged in a pas de trois. By behavioral criteria, nothing would enable us to identify which is the doll, and the lingering question of whether the clockword doll is really dancing or only seeming to seems merey verbal. <...> The question of whether machines instantiate mental predicates has been cast in much the same terms since Turing" = Danto ebd.

- kehrt das von Blanchot gedeutete Sirenen-Motiv wieder: als Verunsicherung des Menschen, nicht mehr mit der anthropologisch beruhigenden sinnlichen Trennung Mensch / Maschine operieren zu können

- stellt sich die Frage, wie es möglich ist, daß in Fremdkulturen sozialisierte Sängerinnen deutsche Lieder der Romantik, etwa Schumann, mit einer Inbrunst zu singen lernen können, daß etwas nicht mehr stimmt mit der Vermutung, daß es für eine Kultur einer kontextintensiven Verwurzelung in Sprache und Historie bedarf, jenem subtilen Netz kleinster Bedeutungsvarianten; gerade (Hoch)Kultur offenbar transferierbar, weil in so hohem Maße symbolisch kodiert; lassen sich Codes auch in anderen Maschinen implementieren; kommt Searles Gleichnis des "chinesischen Zimmers" zum Zug: "Consider, as does Searle, a language one does not understand but that one can in a limited sense be said to *read*. Thus I cannot read Greek with understanding, but I know the Greek letters and their associated phonetic values, and am able to pronounce Greek words. Milton´s daughters were able to read aloud to their blind father from Greek, Latin, and Hebrew texts through they had no idea what they were saying"<sup>80</sup> - also Automate. Effekte des Vokalalphabets

- "Im Zeitalter digitaler Medien ist das vertraute Schema der Opposition von Mensch und Maschine brüchig, der vormals garantierte Wesensunterschied zwischen ihnen hinfällig geworden" = Georg Christoph Tholen: Platzverweis, in: Norbert Bolz, Friedrich A. Kittler und Christoph Tholen (Hrsg.): Computer als Medium. 111-135. München: 1994, 111;

---

<sup>79</sup> Arthur E. Danto, The use and mention of terms and the simulation of linguistic understanding, in: The Behavioral and Brain Sciences (1980),3, Seite 428

<sup>80</sup> Arthur E. Danto, The use and mention of terms and the simulation of linguistic understanding, in: The Behavioral and Brain Sciences (1980),3, Seite 428

vermag die Instanziierung eines Computerprogramms Funktionen des menschlichen Denkens zu simulieren

## **Symbolische Operationen: Das unmenschliche Element in der Kultur**

- kybernetische Hypothese ein Chock für den anthropologischen Narzismus des starken Subjekts: Menschen wie Maschinen signalverarbeitende, mithin also analogisierbare Systeme; spitzt diskreter Computer dies auf Symbolkettenverarbeitung zu; nicht länger Lebewesen und Automaten getrennt; ist für Informationsverarbeitung die materiell-stoffliche Differenz (in der Verkörperung) bestenfalls von zeitkritischer, ansonsten keiner prinzipiellen Bedeutung; medienarchäologische *arché* umfaßt auch das Zeitmoment). "The computer is a member of an important family of [...] physical symbol systems. Another important member of the family (some of us think, anthropomorphically, it is the most important) is the human mind and brain."<sup>81</sup>

## **Ein Halbjahrhundert ELIZA**

- Inhalt des Kinofilms *the Imitation Game* die kriegs(mit)entscheidende Entschlüsselung der kryptographischen deutschen Enigma-Botschaften durch britische Mathematiker in Bletchley Park; eigentliche Botschaft des Films aber der Turing-Test, ein *Techno-Trauma* grundsätzlicher Art: läßt sich das menschliche Gehör / und analog dazu das menschliche intellektuelle Verstehen / durch technische Apparaturen täuschen

- techno-logische Apparatatur dem Menschen nichts äußerliches, sondern wird von Kindheit an implantiert: kodierte Laute als Sprache; Alexander von Humboldt: Mensch ist nur Mensch durch Sprache; Lacan, Kybernetik des Unbewußten, das *spricht*

- Rolle des Grammophons im Sprachtraining von Eliza Dolittle in der Musical-Version des 1916 von George Bernard Shaw verfaßten Stücks *Pygmalion*; computerlinguistisches Experimentalprogramm zum psychologisierenden Mensch-Maschine-Dialog ausdrücklich nach dem antiken Pygmalion-Mythos benannt<sup>82</sup>; lief Programm ELIZA (unter dem Namen DOCTOR) "with a collection of patterns that simulated a non-directive psychiatrist interviewing a patient" = xxx; Joseph Weizenbaum, *Computer Power and Human Reason* (1976), 6, "startled to see how quickly and how very deeply people conversing with DOCTOR became emotionally involved with the computer and how unequivocally they

---

<sup>81</sup> Simon 1988: 26 f.; zitiert hier nach: Bettina Heintz, *Die Herrschaft der Regel. Zur Grundlagengeschichte des Computers*, Frankfurt/M. u. New York (Campus) 1993, 268

<sup>82</sup> Joseph Weizenbaum, ELIZA. A Computer Program For The Study of Natural Language Communication Between Man And Machine, in: *Communications of ACM*, Vol. 9, No. 1, Januar 1966, 36-45 (36)

anthropomorphised it"; demgegenüber medienarchäologische Mensch-Computer-*Differenz*

- behavior of the DOCTOR program "strikingly human-like"? diese Interpretation vom Ansatz her, *en arché*, fraglich. Nicht der Computer wird am Interface anthropomorphisiert, sondern er holt das Un-menschliche aus dem Nutzer selbst hervor, sobald er an diese Maschine gekoppelt ist: "Es ist möglich, den Effekt einer Rechenmaschine zu erreichen, indem man eine Liste von Handlungsanweisungen niederschreibt und einen Menschen bittet, sie auszuführen. Eine derartige Kombination eines Menschen mit geschriebenen Instruktionen wird 'Papiermaschine' genannt" = Alan M. Turing, xxx - eine mithin *medienoperative* Diagrammatik i. S. von Peirce. "Ein Mensch, ausgestattet mit Papier, Bleistift und Radiergummi, sowie strikter Disziplin unterworfen, ist in der Tat eine Universalmaschine" = Turing ebd.

- Von dem Moment an, wo der Mensch an einen Maschinismus gekoppelt ist - oder die "mechanische Prozedur" (Kurt Gödel), wird er vom kulturtechnisch-performativen zum techno-logisch operativen Wesen. Mit Lacan: "[W]enn die Maschine nicht denkt, dann ist klar, daß wir selbst auch nicht denken in dem Moment, in dem wir eine Operation ausführen. Wir folgen exakt denselben Mechanismen wie die Maschine."<sup>83</sup>

- Annie Dorsen's chat-bot-based piece of theatre *Hello Hi There* (inspired by Weizenbaum's ELIZA program); non-theatre since no human actors? bots not non-human; nor simulation nor dissimulation (interplay): machine thinking always a function of human-machine relation

- "surprising, reaction to the ELIZA program was the spread of a belief that it demonstrated a general solution to the problem of computer understanding of natural language" = Weizenbaum ebd.

- sucht David M. Berry, Professor für Digital Humanities und Co-Direktor des Sussex Humanities Lab an der School of Media, Film and Music, University of Sussex, nach dem verlorenen Programm von ELIZA: <https://www.youtube.com/watch?v=cNBjVNU69AI>  
= Critical Code Studies video on re-examining ELIZA as archaeology of software

- Urszene des Intelligenztests (Matthias Wannhoff)

- entwickelt Joseph Weizenbaum 1963 eine Programmiersprache zur Analyse natürlichsprachlicher Ausdrücke SLIP (Symmetric List Processor); sucht nach "Reizworten" von Seiten der User-Eingabe in Datenbank mit vorformulierten Sprache, die dann in die Reaktionssätze eingebaut

---

<sup>83</sup> Jacques Lacan: Psychoanalyse und Kybernetik oder von der Natur der Sprache [\*1955], in: Das Ich in der Theorie Freuds und in der Technik der Psychoanalyse, Olten / Freiburg i. Br. 1980 [= Seminar, Buch II, Weinheim / Berlin 1991], 373-390. Hier zitiert nach dem Abdruck in: Kursbuch Medienkultur, hrsg. v. Lorenz Engell et al., Stuttgart 1999, 405-420 (415)

werden; verblüfft die logische Archaik, d. h. Einfachheit

- Joseph Weizenbaum, ELIZA. A Computer Program For The Study of Natural Language Communication Between Man And Machine, in: Communications of ACM, Vol. 9, No. 1, Januar 1966, 36-45  
<http://www.cse.buffalo.edu/~rapaport/572/S02/weizenbaum.eliza.1966.pdf>

- hat USC Shoah Foundation gemeinsam mit dem Institut für visuelle Geschichte und Bildung sowie dem Institut für Kreative Technologien der University of Southern California in Los Angeles das interaktive Hologramm eines Holocaust-Überlebenden erstellt; beantwortet Pinchas Gutter seit 2012 Fragen des angewesenden Schülerpublikums, indem sie über eine Spracherkennungs-Software gefiltert werden<sup>84</sup>; wird nicht offensichtlich Erzählen und Zählen ersetzt; viel perfider dissimuliert sich das Numerische in der Narrativität des virtuellen Interface; aktuelle Variante: [www.facebook.com/Wings](http://www.facebook.com/Wings); operiert auf Basis von *fuzzy logic*, nicht mehr Fragebogen

- Jan Christoph Meister, *Computing Action. A Narratological Approach*, Berlin / New York (de Gruyter) 2003, 222: Software EventParser als Markup-Werkzeug für den Geschichte-Leser; "at every stage it forces the user to explicitly define the semantic terms being used and thus make clear the symbolically represented world knowledge" - im Sinne des *semantic web* bzw. seiner "Ontologien"; Auswertung erfolgt mit einer korrespondierenden Software: "EpiTest verwendet einen kombinatorischen Algorithmus, mit dem alle theoretisch möglichen Episoden generiert werden, die man aus den von Lesern identifizierten Ereignissen bilden kann" = Jan Christoph Meister, *Computational Narratology oder: Kann man das Erzählen berechenbar machen?*, in: Corinna Müller / Irina Scheidgen (Hg.), *Mediale Ordnungen. Erzählen, Archivieren, Beschreiben*, Marburg (Schüren) 2007, 19-39 (31); ein *Homer-bot*

- erzählen (ebenso im Französischen *ra/conter*, und Englischen *re/count*). Während Milman Parry anhand der epischen Gesänge südjugoslawischer *guslari* die Formeltechnik als Betriebsgeheimnis homerischer Poesie identifizierte, deckte Vladimir Propp mit seiner analytischen Notation zeitgleich noch unerbittlicher den "Algorithmus" zur Generierung märchenhafter Erzählungen auf<sup>85</sup>; dieser diagrammatischen Praxis entspricht gegenwärtig das textuelle *parsing* in der Computerlinguistik

---

<sup>84</sup> Dazu Bernd Körte-Braun, *Erinnern in der Zukunft: Frag das Hologramm, online* unter [http://www.yadvashem.org/yv/de/education/newsletter/10/article\\_korte.asp](http://www.yadvashem.org/yv/de/education/newsletter/10/article_korte.asp) (Zugriff März 2016)

<sup>85</sup> Janet H. Murray, *Hamlet on the Holodeck. The Future of Narrative in Cyberspace*, Cambridge, Mass. (MIT Press), 1997, 197, unter Bezug auf: Vladimir Propp, *Morphology of the Folktale* [1928], 2. Aufl. Austin (Univ. of Texas Pr.) 1968: "[...] satisfying stories can be generated by substitution and rearranging formulaic units according to rules as precise as a mathematical formula" (ebd.).

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

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

- komputative Reduktion / Abstraktion / Modellierung von physikalischer Welt: "Wenn wir ein physisches Verhältniss als benannte Zahl auffassen, haben wir aus dem begriff ihrer Einheiten auch alles entfernt, was ihnen als verschieden in der Wirklichkeit anhaftet. Sie sind Objekte, die wir nur noch als Exemplare ihrer Classe betrachten" = Helmholtz 1887: 52; Paradigma objektorientierter Programmierung

- "über die erkenntnistheoretischen Grundlagen" von Zählen und Messen "verhältnissmässig wenig gearbeitet worden" = Helmholtz 1887: 17

- Leopold Kronecker, Über den Zahlenbegriff, in: Philosophische Aufsätze, Eduard Zeller zu seinem 50jährigen Doctor-Jubiläum gewidmet, Leipzig (Fues) 1887, 261-274; Wortbezeichnungen der Zahlen vs. Ziffernbezeichnung (266); lassen sich mit Tabellen (als Zahlenmatrix) begrenzt große Mengen bestimmen

- drei mathematische Disziplinen: Arithmetik, Geometrie, Mechanik = Kronecker 1887: 264; beide letzteren lassen sich ihrerseits arithmetisieren = 265. Gegenstand der Arithmetik, "die Zahl, b l o s s unseres Geistes Product, während der Raum ebenso wie die Zeit auch a u s s e r unserem Geiste eine R e a l i t ä t hat, der wir a priori ihre Gesetze nicht vollständig vorschreiben können" = 265

## **Grenzwerte von Mensch- und Computerkultur: Inszenierung der Differenz**

- menschliche Kommunikation zu 50 % aus Sprechen / Denken bestehend; damit Menschsein dem symbolischen Regime anheimgegeben; von daher seine nahezu widerstandslose Auslieferung an *ubiquitous computing*, sobald er an solche Geräte gekoppelt ist; Umkehrung der gegenwärtigen KI: nicht länger aus anthropozentrischer Perspektive die Menschwerdung der Maschine testen, sondern im Gegenteil die Inszenierung als Hervorbringung (*aletheia*) ihrer Differenz; können die eigentlichen

Chancen und Grenzen des Computers nicht erfaßt werden, wenn der Streit um die Fähigkeiten der Maschine sich darauf konzentriert, ob ihr System mit der menschlichen Intelligenz gleichgesetzt werden kann; bisherige Leugnung der Differenz beruht auf einem vertrauten Muster der Rhetorik, die *dissimulatio artis*, das Zum-Verschwinden-Bringen der Technizität kommunikativer Strategien als kulturelles Dispositiv; folgt KI-Ästhetik damit Mustern, die gerade nicht physikalisch oder mathematisch begründet sind; winkt als Ausweg die medienarchäologische Radikalisierung der Differenz