

["COMPUTING-KONVOLUT: KOMPUTATIVE TECHNIKEN, DIGITALE KULTUR, KYBERNETIK"]

ZUR UNVERGANGENHEIT DES ANALOGCOMPUTERS

Die Insistenz des Analogrechners

Zur Rolle des Analogcomputers für die emergierende Kybernetik

Renaissance: Die vergangene Zukunft des Analogcomputers

ZEITFALTEN

Diskretisierung der Zeit *versus* Differenzierung gegen die Zeit

[Operative Mikrozeit und die Wirklichkeitsvergessenheit des Digitalcomputers]

Differentialrechnung gegen die Zeit: Der Analogcomputer als Meßgerät

[Parallelverschaltungen: die Zeitweise des Analogcomputers]

Eine Stärke des Analogrechners: die weltzeitanaloge Simulation

Von der Simulation zur Emulation dynamischer Welten: Die Einholung des Analogrechners in den algorithmischen Raum

"SPIELEN MIT PHYSIK"

Das Signallabor zu Gast im Computermuseum

"Spiel mit Physik"

Spiel mit der Zeit

PRINZIP ANALOGRECHNER

Prinzip Analogrechner (nach von Neumann)

Die kybernetische Epistemologie des Analogrechners (OP)

Die Zukunft liegt im Hybrid: Analogcomputing und Neurobiologie

Analogcomputer und -synthesizer: Ein anderes Verhältnis von Musik & Mathematik

Der Analogcomputer *als* Synthesizer

Das Radio als impliziter Analogrechner (Wadley Loop)

Implizite Mathematik: Modellhaft rechnen

Diagramm *versus* Algebra?

Eine implizit mathematische Medienphysik

Mit Unschärfe rechnen

DIE FRAGE NACH DEM FLIP-FLOP

Onomatopoesie: "Flip-flop"

Warum der Band ins "Berliner Programm einer Medienwissenschaft" gehört

"Mythen" des Digitalen und der Analogrechner

Mißbrauch von Elektronik: Die Röhre in der Rolle der Relais (digital)

Bistabile Kippschaltung als Mißbrauch der Elektronenröhre

Die Kippschaltung als Wissensgeschichte erzählen?

Bonch-Bujevitch und die Frage nach dem Ursprung

Das medienepistemologische Kernereignis: der bistabile Kipp Speicher

"RETROCOMPUTING": weder nostalgisch noch historistisch

ZEIT VON GNADEN DES COMPUTERS

TECHNOMATHEMATISCHE PHILOLOGIE ALS BEITRAG ZUR ARCHÄOLOGIE
DIGITALER MEDIENKULTUR

Einleitung

Signale, Symbole, Materie: Feld und Grenzen der Philologie
Eine Philologie technischer Speicher
Die Fragilität der elektronischen Inskription und die Bewahrung der Hardware:
Für eine Medienphilologie technischer Speicher
Technomathematik: Die Wiedereinkehr von Philologie für die neuesten Medien
Die Rephilologisierung signalspeichernder Medien
Ist eine medienphilologische Hermeneutik möglich?
Zwischen Monument und Dokument: Medienarchäologie als "monumentale
Philologie" (Eduard Gerhard)

DIE INSISTENZ KYBERNETISCHEN DENKENS

[Eine *machina speculatrix* vorweg]
Untot: Das Nicht-Historisierbare an der Kybernetik
Ein Appell aus der heroischen Epoche der Kybernetik: die GrKG
[Die neurobiologischen Erben der Kybernetik]
[Kritik des Konzepts Black Box]
[Beobachtung welcher Ordnung?]
[Zeitfiguren kybernetischen Denkens]
[Zeitkritische Medien und die "musikalische" Zeit der Kybernetik]
Mensch und / oder Maschine: Wiederholte Anläufe der KI
Helmar Franks "Lehrmaschinen": kybernetische Pädagogik und das IfK
"Kybernetische Pädagogik"
Wiederbelebung der Kybernetik - eine Entmetaphorisierung des Mensch-
Maschine-Dialogs
"Regelkunde" statt "Kybernetik": die Berliner Schulen
Die mathematische Architektur der Kybernetik
[Klärungen des Signalbegriffs]
Die Nähe der Kybernetik zur Mathematik (und ihr Rechenmedium
Analogcomputer)
Real existierende Logik: Schaltungen
[Die Insistenz der Kybernetik: rückgekoppelte Systeme]
Zukunft wegrechnen
Medienökologie *avant la lettre*
Kybernetik *alias* Digital Humanities
Was heißt Kybernetik für Medienwissenschaft?

THESEN ZUR ALGORITHMISIERUNG VON TEXT UND CODE

Können Maschinen lesen? Textstatistik als "Digital Humanities" *avant la lettre*
Archive des Geistes (Diltheys Bibliometrie)
Aus Liebe zum Buchstaben (und zur Zahl)
Zum Begriff der "Digital Humanities" und humanistische Kritik des Digitalen
Steht eine post-klassische Verteidigung der "Geisteswissenschaften" an?
Für eine erneuerte Editionswissenschaft: Medienphilologie und Kritik der
Suchmaschinen
Vorreiter Archäologie
Transformation des "historischen" Archivs: Serielle Geschichte, Kliometrie und
alternative Zeitdiagramme
Die Macht und das Machen (*poiesis*) der Algorithmen: Sozialstatistik
Kritik der "Digital Humanities"

INTELLIGENTE SPEICHER, ALGORITHMISIERTE GEISTESWISSENSCHAFT. "DIGITAL HUMANITIES" UND IHRE CHANCEN FÜR LITERATUR- UND MEDIENWISSENSCHAFT

Für eine intelligente Adressierung strukturierter "big data" (*alias* Literatur)
Kritik am (anglophonen) Begriff der "Digital Humanities"
Computerpoesie (wieder) lesbar machen
Kybernetische Lektüre im Zeitalter digitaler Medien
Maschinelle Philologie
Texte als Statistik lesen
Kittler nicht historisieren, aber indizieren
P. S.: "Digital Humanities" - am Ende ein Nebeneffekt der NSA?

HEIMISCHE UND HEIMATLOSE MEDIEN

Privatheit?
Direktanschluß zur (Um-)Welt
Der Briefkastenschlitz: Kommunikations-Schnittstelle zwischen Heim und Welt
Big Brother @ home
Der Rückkanal unterläuft das "Heim"
TV und Konvergenz
Von der analogen zur digitalen Kommunikation zuhause

"NETZE"? DAS UNGLÜCK UND DIE DYNAMIK DISKURSIVER METAPHORISIERUNG MEDIEN-TECHNISCHER BEGRIFFE

"Netz"begriffe, metaphorisch und unmetaphorisch
Geburten des Internet
Hypertext(il). Netz, Rhizom - eine Metapher? Nietzsche, Serres, Deleuze
Die neuen Netze: zeitkritisch
[Ping]
Am Ende: das Möbius-Band technischer Metaphern

DAS TECHNISCHE APRIORI KÜNFTIGER KUNSTARBEIT

Definitionen veritabler Medienkunst und -kultur
ASCII Art zum Beispiel
Produktive Umschiffungen des Urheberrechts
Kritik des "open access"
Sofortiger Zugang *versus* kulturelle Tradition
Kunst und Kultur in Zeiten von Digital Humanities
Tempor(e)alitäten: Definition von "Medienkunst"

GEDANKEN ZUR UNVERGANGENHEIT DES ANALOGCOMPUTERS

Die Insistenz des Analogrechners

Das Analogrechnen in seinen graphischen und maschinellen Formen stellt eine besondere Form operativer Mathematik dar - ein Wissen qualitativer Modellbildung, das in der Epoche digitaler, also quantifizierender Medien verlorenzugehen droht. Die elektronische Eskalation des Analogrechnens, der Analogcomputer, steht nicht auf dem Abstellgleis der Technikgeschichte, sondern er ist ein bleibendes Versprechen (aus) der Vergangenheit der Computerkultur. Nicht nur lebt er in Form seines Kernelements, des Operationsverstärkers, auch in digitalen Systemen partiell fort

(Hybridsysteme); er birgt Potentiale, die der Aktualisierung harren und über Fragen technologischer Effizienz hinaus auch von grundsätzlichem Erkenntnisinteresse sind. Um dies zu erkennen tut eine Diskussion und Schärfung der damit verbundenen technischen und epistemologischen Begrifflichkeit not. Die "analoge" Denk-, Modellierungs- und Rechenweise ist nicht eindeutig der technischen Welt sogenannter Analogrechner zuzuordnen, sondern auch in der Welt des Digitalcomputers aufgehoben. Der Analogcomputer ist mehr als bloß eine exotische mathematische Maschine; seine vielfältigen Erscheinungsformen (bis hin zum musikalischen Synthesizer) verdienen explizit gemacht zu werden.

Der zu Unrecht "historisierte" Analogcomputer ist mehr als nur ein technikhistorisches "Zwischenspiel" des elektronischen Rechnens (frei nach Zielinski 1989). Die mit ihm verbundene technomathematische Denkweise unterscheidet sich signifikant von der algorithmischen Logik des Digitalcomputers.

Es ist keine Ironie der Mediengeschichte, daß unter Konzepten wie Quanten- und Neurocomputing Eigenschaften wieder einkehren, die klassischerweise mit dem Analogcomputer verbunden wurden. Zunächst tut dabei eine technische wie medientheoretische Diskussion der Begrifflichkeit not: Analogrechner? Analogcomputer? Mathematische Maschine?

Sehr eingeschränkt läßt sich sagen, daß der Analogrechner als Modell in Digitalrechnern weiterlebt, wobei heutige Simulationssysteme zwar nach außen das gleiche mathematische Framework zur Verfügung stellen, nach innen jedoch quasi traditionell hauptsächlich sequenziell arbeiten; so läßt sich kaum ein auch nur annähernd großes Maß an feingranularer Parallelität erzielen. Heutige Prozessoren fordern kritische Zeit mit Speicherzugriffen für das Abarbeiten traditioneller Algorithmen. Dies legt nahe, den durch Analogcomputing vertrauten Schritt zu rekonfigurierbarer Hardware wieder zu wagen, die nicht durch einen Algorithmus, sondern durch ihre Struktur rechnet.

Es hat seine technischen Gründe, daß die in der heutigen Computerkultur vertauten Praktiken der Modellierung und der "Simulation" in "Echtzeit" zunächst am Analogrechner entwickelt wurden - etwa in Form von Wetter-, Flug-, aber auch von Raketen- und Kernreaktorsimulatoren. Die Kernschmelzen des havarierten Reaktors im japanischen Fukushima sind seit März 2011 ein unerwarteter Anlaß, die Realitätsnähe solcher Simulationen von Krisen wieder zu thematisieren.

Auch als technische Realisierung ist der Analogrechner zwischenzeitlich nicht wirklich absolet geworden. Sein elektronisches Kernelement, der Operationsverstärker, ist etwa in der aktuellen Sensortechnik im Einsatz. Gegenstand des Workshops soll die Gegenwart und Zukunft des Analogrechners sein, und zwar in epistemologischer Hinsicht. Die Erinnerung an den Analogcomputer ist keine technikhistorische Nostalgie¹, sondern soll ausdrücklich als Archäologie betrieben werden, d. h. als Anamnese ursprünglicher Alternativen zur gängigen von-Neumann-Architektur des

¹ Andreas Böhn / Kurz Möser (Hg.), Techniknostalgie und Retrotechnologie, Karlsruhe (KIT Scientific Publishing) 2010

Computers. Zukunft liegt hier verborgen, und es gilt der medientheoretische Imperativ und das medienarchäologische Training, die Alternativen wachzuhalten.

Der Analogrechner steht nicht nur *in* der Zeit, sondern zeitigt seinerseits temporale Verhältnisse. Zeit ist damit ebenso Subjekt und Objekt des Analogrechners; eine Definition von 1973 hebt gegenüber dem Digitalrechner - damals noch vor der Epoche digitaler Signalverarbeitung (DSP) - als besonderes Feld der Überlegenheit des Analogrechners hervor: "Zum einen ermöglicht er die direkte Integration zeitabhängiger Funktionen, zum anderen erlaubt er eine schnelle Bearbeitung des Einflusses von Parameteränderungen auf das Verhalten der Lösung"² - mithin also seine Echtzeitfähigkeit in der Simulation physikalischer Prozesse. Und "Analogrechner eignen sich vor allem für die Untersuchung des Zeitverhaltens endlicher Systeme, insbesondere für die Untersuchung der Schwingungen von Systemen mit endlich viele Freiheitsgraden" (ebd.). Realzeitlich rasche Signalereignisse lassen sich zu analytischen Zwecken im Analogrechner ausgebremst darstellen; langzeitige Prozesse zu demgleichen Zweck stauchen (ultra- und subzeitkritisch).

Es besteht eine Korrelation zwischen Analogrechner und seinem technologischen Zwilling, dem akustischen Synthesizer. Im kulturellen Diskurs werden beide Apparaturen zumeist in völlig verschiedenen Kategorien wahrgenommen (Geschichte der mathematischen Maschinen einerseits, populäre elektronische Musik andererseits); aus medienarchäologischer Sicht (die auch die Sicht des Mediums selbst ist) aber gehören beide Schaltungen und Interfaces zusammen. In Form performativer und operativer Experimentalanordnungen läßt sich der Zusammenhang zwischen diesen beiden Wunderwerken von Elektronik (wieder) herstellen.

Zur Rolle des Analogcomputers für die emergierende Kybernetik

Kybernetik warnt vor einer Überschätzung des Digitalen³ - und wird von ihrem eigenen *re-entry* in den digitalen Maschine eingeholt. Erst die Verschmelzung von Analog- und Digitaltechnik zur hybriden Technik wird die volle Entwicklung kybernetischer Maschinen ermöglichen. Im lebendigen Organismus ist das längst geschehen"⁴, kulminierend in einer gewagten Interpretation der Dichotomie der Hemisphären des Gehirns: "The dominant hemisphere is operating primarily in the discrete switching mode while the minor hemisphere is operating primarily in a continuous dynamical mode."⁵

2 Reiner Bartram / Hartmut Witfeld, Simulation von Schwingungssystemen auf dem Analogrechner, Fortschritt-Berichte der VDI Zeitschriften, Reihe 11 (Schwingungstechnik), Nr. 14, Oktober 1973, 7

3Horst Völz, Ist Kybernetik nur noch Nostalgie?, in: Klaus Fuchs-Kittowski / Siegfried Pietrowski (Hg.), Kybernetik und Interdisziplinarität in den Wissenschaften. Georg Klaus zum 90. Geburtstag, Berlin (trafo) 2004, 73-81 (79); in diesem Sinne auch Helmar Frank, Was ist Kybernetik?, in: ders. (Hg.) 1970: 13-32 (14)

4 B. Rall, Analog-Digital-Wandler, in: Frank (Hg.) 1964, 184-191 (191)

5 Pattee 1974: 145

Analoger und digitaler Computer folgten nicht nacheinander auf der technikhistorischen Zeitleiste, sondern emergierten *gleichursprünglich* in originärer Bifurkation. Erst allmählich manifestierte sich im technischen und sprachlichen Gebrauch die Dichotomie zwischen kontinuierlicher und numerischer Rechnung respektive Darstellung. Gleich der Kybernetik als Methode von Medienwissenschaft ist die analoge Modellierung dynamischer Wirklichkeit damit nicht überwunden, sondern in Hegels Sinn *aufgehoben*: "[...] analog computes matured in parallel with digital computers, not before them. The heyday of analog computing was the 1950s and '60s and focused on real-time simulation. Indeed, the philosophy of analogs survives today - whenever we run a simulation on a digital computer, or compose thousands of bytes into an image, or move a joystick to control a vehicle (or drive a mouse, for that matter)."⁶

Tatächlich sah der Ingenieur Harld Hazen in seiner Dissertation *The Extension of Engineering Analysis through Reduction of Computational Limits by Mechanical Means* bereits 1931 im Analogrechner die künftige Alternative zur numerischen Rechenmaschine: "Where a physical problem is involved, models or analogies may replace the need for the solution of algebraic equations as such" <zitiert hier nach Mindell 2004: 163>. Rechner vom Typus Analogcomputer "will deal directly with the functions themselves" <zitiert ebd.>, geradezu immediat, zeitlich und epistemologisch *transitiv*. Der Analogcomputer verschränkt den elektrischen Signalfluß mit der mathematischen Operation, ohne die zeitdiskreten, am (Uhr-)Takt orientierten Datensynchronisationsprobleme wie im algorithmischen Computer.

Das Verhältnis von "analog" und "digital", an dem sich ganze Computerkulturen entzündeten, ist eine medienepistemologische Gretchenfrage der Kybernetik, die nicht aufhört, sich fortzuschreiben. Ein Vordenker dieser Konstellation war George Stibitz: "For him, the important distinction was [...] between analog and numerical, as well as between continuous and discrete time. The key characteristic of numerical machines, Stibitz added, was that analog machines shared the same dynamics as the problems they represented, whereas digital computers did not. Indeed one advantage of numerical techniques was that they decoupled the structure of the computer from that of the calculation. Still, he acknowledges that even numerical algorithms had internal dynamics that could imitate analog feedback loops. Stibitz suggested that in the distinction between analog and "pulse", or numerical, computers, the latter be replaced with the term *digital*.⁷

Renaissance: Die vergangene Zukunft des Analogcomputers

Ziel des medienarchäologischen Nachdenkens ist es, die in der technikhistorischen Vergangenheit des Analogcomputers geborgene Zukünftigkeit zu entdecken. Als intuitive Denkweise mathematischer

6 Mindell 2004: 319

7 Mindell 2004: 295. Siehe Robert Dennhardt, *Die Flipflop-Legende und das Digitale. Eine Vorgeschichte des Digitalcomputers vom Unterbrecherkontakt zur Röhrenelektronik 1837-1945*, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009

Operativität (als *diagrammatic reasoning* frei nach Charles Sanders Peirce) kehrt der Analogcomputer untot wieder ein in die Medienkultur.

"Analog computers have a long history dating back to prehistory", heißt es auf der Webpage des virtuellen *Analog Computer Museum and History Center* von Doug Coward.⁸ Diese Prähistorie ist nicht zeitlicher Natur. Es deutet auf eine andere Schichtung im Sinne einer Lage(rung) - auf strukturelle Alternativen. Seine Konkretionen "gelten <...> in einem <...> Modus, der auf anderer geschichtlicher Ebene angesiedelt zu sein scheint als auf jener der zeitlich aufeinander folgenden Erscheinungen"⁹.

Analogrechner wiederzuentdecken soll nicht auf Techniknostalgie reduziert werden, als mediengeschichtliches Kuriosum oder als Sackgasse von *computing*, sondern als medienepistemologische Alternative. Der Analogcomputer weist nicht zurück, sondern voraus. Analogcomputer sind nicht schlicht ein Zwischenkapitel der Rechnergeschichte, sondern eine erkenntniswissenschaftliche Alternative in der mathematischen Modellierung von Welt. Denn der Analogcomputer rechnet diagrammatisch, nicht algebraisch.

[Der Digitalrechner löst mit *numerischen* Verfahren solche mathematischen Aufgaben, deren Lösung sich in einzelne Schritte zerlegen läßt, welche die vier Grundrechenoperationen enthalten. "Im Gegensatz dazu werden bei allen analog arbeitenden Rechengeräten den Größen, mit denen gerechnet werden soll, physikalische Größen zugeordnet, die sich kontinuierlich ändern können"¹⁰ - und das meint, mit der Physis selbst zu rechnen, mit *dieser* Welt und nicht in Form ihrer symbolischen Abstraktion.]

Soweit die medienarchäologische Perspektive. Aus technikhistorischer Sicht aber heißt es auf der Webseite des *Analog Computer Museum* weiter: "With the recent development of the microprocessor these computes and their technology has been discarded and is quickly being lost to history."¹¹ Doch der Analogcomputer ist nicht schlicht das, was durch den Digitalcomputer abgelöst wurde; dies wäre ein vulgäres Verständnis von Mediengeschichte - bloße "Historie", wie sie Martin Heidegger in § 73 von *Sein und Zeit* kritisiert.

Mit Medienarchäologie kommt eine Sichtweise zum Zug, die verborgene Qualitäten reaktualisiert. Vannevar Bush, der einen Differential Analyzer realisierte und seinen Mitarbeiter Claude Shannon dazu brachte, eine mathematische Theorie des Analogcomputings zu verfassen, sah seinerzeit den Analogrechner, der mit physikalischen Äquivalenten zu Zahlen operiert, nicht etwa als historischen Vorläufer (das entspricht der Ordnung der Technikgeschichte), sondern als leistungsstarke Alternative zur symbolischen,

8 <http://dcoward.best.vwh.net>

9 Rainer Bayreuther, Untersuchungen zur Rationalität der Musik in Mittelalter und Früher Neuzeit, 1. Bd.: Das platonistische Paradigma, Freiburg i. Br. / Berlin / Wien (Rombach) 2009, 95

10 Wolfgang Giloi / Rudolf Lauber, Analogrechnen. Programmierung, Arbeitsweise und Anwendung des elektronischen Analogrechner, Berlin / Göttingen / Heidelberg (Springer) 1963, 5

11 A. a. O.

numerischen Rechenmaschine. In einem Text über "A Continuous Integrator" stellt Vannevar Bush (gemeinsam mit F. D. Gage und H. R. Steward) die medienhistorische vertraute Rangordnung von Analog- und Digitalcomputer buchstäblich vom Kopf auf die Füße: "Business office practice has been revolutionized by the advent of computing machines. These deal almost entirely in terms of numbers, as indeed does the business man ... Applied physics, and in fact many other branches of science, frequently deal, however, with functions as a whole and usually resort to figures only as a rather laborious means of dealing with functions or the curves which represent them."¹² Dieses Plädoyer ruft dazu auf, in Funktionen selbst respektive deren physikalischen Äquivalenten (also mit der Welt selbst) zu rechnen. "The underlying physical device can be made to *embody* the same mathematical model as the system under study."¹³ Analogrechnen ist nicht eine technikgeschichtliche Sackgasse gegenüber dem Digitalcomputer, sondern seine originäre Alternative, mithin der Hinweis aus der Vergangenheit auf eine andere Zukunft des Computers.

Anders als in der Welt der kaufmännischen Büros, in denen seinerzeit die Datenverarbeitung auf Lochkartenbasis vorherrschte, lebten Bush und seine Mitarbeiter am Massachusetts Institute of Technology in einer Welt elektrischer Ströme. In den Worten von David Mindell, "the continuous nature of the machine was a decided innovation over the numerical methods of office machinery."¹⁴

["They aimed to build machines that worked smoothly <...>, without the messy discontinuities of numerical data" (ebd).]

Mindell akzentuiert in seinem Buch *Between Humans and Machine* nicht nur die prägende Rolle des Analogcomputer für die emergierende kybernetische Denkweise, die heute in den Neurowissenschaften wiederkehrt, sondern konfiguriert auch die übliche Mediengeschichte des Computers neu. Demzufolge sind "analoger" und "digitaler" Computer *gleichursprünglich*, als Phänomene einer originären Bifurkation.

["Gradually, researchers articulated the dichotomy between "continuous" representations and "numerical" or "arithmetic" ones. The terms *analog* and *digital* appeared nearly simultaneously, as NDRC members debated their relative merits, along with those of mechanical, elektromechanical, and electronic representation."¹⁵]

12 Vannevar Bush / F. D. Gage / H. R. Steward, A Continuous Integraph, in: Journal of the Franklin Institute Bd. 211 (1927), 575-615. Zitiert hier nach Mindell 2004: 138

13 Jonathan Mills, Doing What Comes Naturally, in: Dennis Shasha / Cathy Lazere, Natural Computing. DNA, Quantum Bits, and the Future of Smart Machines, New York / London (Norton) 2010, 193-212 (202)

14 David A. Mindell, Between Humans and Machine. Feedback, Control, and Computing before Cybernetics, Baltimore / London (Johns Hopkins University Press) 2004 [Erstausgabe 2002], 162

15 Mindell 2004: 318

"A complete history of analog computing has yet to be written, but it would show that analog computes matured in parallel with digital computers, not before them."¹⁶

Je nach gegebener Anwendung wurde das diskrete Digitale für Fragen bevorzugt, welche numerische Genauigkeit erfordern, und bevorzugt analoge Schaltungen für unverzügliche Ergebnisausgabe.

[In dem von Helmar Frank herausgegebenen Sammelband *Kybernetische Maschinen* (1964, also zeitgleich zur Publikation von Marshall McLuhans *Understanding Media*) ist der Block unter dem vielsagenden Namen "Verarbeitung nichtdigitaler Signale" eine Steilvorlage für eine medientheoretische Reflexion des Analogrechnens. In seinem Beitrag definiert A. Kley den "Analogrechner" zunächst nicht als Vorgänger, sondern als ko-emergent mit dem Digitalcomputer: "Neben den Digitalrechnern haben sich in den letzten Jahren auch die Analogrechner zu äußerst nützlichen und zuverlässigen Instrumente der Lösung technischer und wissenschaftlicher Probleme entwickelt. Ihr Anwendungsgebiet ist im Vergleich zu den Digitalrechnern enger begrenzt, ihr Vorteil liegt jedoch in ihrer hohen Rechengeschwindigkeit und in der Anschaulichkeit der benutzten Lösungsmethode."¹⁷

Der Analogcomputer in seiner Eigenzeitlichkeit geht nicht schlicht in einer linearen Technikgeschichte auf, sondern insistiert in Form anderer Zeitfiguren, etwa der des Wiedereintritts oder gar der Rekursion. "The philosophy of analogs survives today - whenever we run a simulation on a digital computer, or compose thousands of bytes into an image, or move a joystick to control a vehicle (or drive a mouse, for that matter)" <Mindell 2004: 319>.

["Modern software packages for engineering simulation, for example, have menus of building blocks that resemble those in George Philbrick's analog computers, and even evoke the mechanical circuit elements of Bush's differential analyzer."¹⁸]

[Das *re-entry* ist vertraut aus der Systemtheorie; für eine andere Konstellation, nämlich die Wiedereinkehr des multiplen altgriechischen Alphabets in der Epoche alphanumerischer Datenverarbeitung, hat Friedrich Kittler diese medienarchäologische, nicht-historische Zeitfigur mit der - den Informatikern vertrauten - Dynamik der Rekursion beschrieben.¹⁹]

Eine Renaissance von mathematischer Modellierung im Sinne der Analogrechnung wird nicht mit analogelektronischen Mitteln, sondern in einer Art digitaler Reinkarnation von Bushs Differential Analyzers erfolgen, der mit dem kybernetischen Denken eng verschränkt ist. Die auf den Macy-Konferenzen diskutierte Alternative analog / digital wird in Form eines Digital-Differential-

16 Mindell 2004: 319

17 A. Kley, Analogrechner, in: Helmar Frank (Hg.), *Kybernetische Maschinen*, 1964, 174-182 (174)

18 Mindell 2004: 319

19 Siehe Ana Ofak / Philipp v. Hilgers (Hg.), *Rekursionen xxx*, München (Fink) xxx

Analysers aufgehoben. Im Bereich der Lenk Waffensteuerung wird mit einem solchen DDA gearbeitet.²⁰

Es gibt Vorzüge in der technomathematischen Analogiebildung, die im algorithmischen Ansatz prinzipiell verlorengehen, etwa im zeitkontinuierlichen Verhalten.²¹ Aus technikhistorischer Sicht mag der elektronische Analogcomputer ein bloßes "Zwischenspiel"²² der Mediengeschichte gewesen sein. Aus medienarchäologischer Sicht aber kehrt der Gedanke, das "Think analogue!" als unvergangener wieder ein.

ZEITFALTEN. Die Unverzögerlichkeit des Analogcomputers und ihre medienepistemologische Konsequenz, oder: das zeitliche Kriterium von Simulation

Eine unbezweifelbare Stärke des elektronischen Analogrechners lag in Zeiten, als röhrenbestückte Digitalcomputer noch nächtelang rechnen mußten, um komplexe numerische Prozesse zu rendern, im Zeitbereich selbst. Tatsächlich haben wir es im Vergleich von Analog- und Digitalcomputer mit der "Verzahnung verschiedener Temporalitäten"²³ nicht nur im Sinne verschiedener Historizitäten zu tun, sondern ebenso mit konkreten Tempo-Realitäten. Echtzeitfähigkeit und beliebige Manipulation der Zeitachse (Verlangsamung, Beschleunigung) waren Tugenden, die als chronotechnische Handhabungen eine mathematische Figur von medienepistemologischer Dimension zeitigten: die Simulation als Form transitiver (und transienter) Weltmodellierung.

Diskretisierung der Zeit *versus* Differenzierung gegen die Zeit

Dem Analogcomputer eignet eine dreifache Zeitlichkeit: einerseits die bestenfalls parahistorische Weise, wie sich der Analogcomputer der gängigen Technikgeschichtsschreibung fügt; zweitens die Echtzeittugenden des elektronischen Analogrechners als ein herausragende Qualität; schließlich Zeitfaltungen als Kriterium von Simulation gegenüber einer bloß funktionalen Emulation.

Eine Form der Einschränkungen für Digitalcomputer ist die strikte Sequentialität der Datenverarbeitung in der gängigen von-Neumann-Architektur: "one bit at a time". Analogrechner unterliegen ihrerseits Einschränkungen gegenüber ihrem digitalen Anderen: die Grenzen der Genauigkeit in der elektrophysikalischen Verschaltung der Rechenelemente.

[In der Turing-Maschine, 'memory' is conceived of as 'a "tape" (the analogue of paper) running through it, and divided into sections (called 'squares') each

20 Siehe Bernd Ulmann, Analogrechner: Wunderwerke der Technik - Grundlagen, Geschichte und Anwendung, München (Oldenbourg) 2010

21 Siehe Charles Care, Technology for Modelling Electrical Analogies, Engineering Practice, and the Development of Analogue Computing

22 Ein Begriff von Siegfried Zielinski: ders., Audiovisionen. Kino und Video als Zwischenspiele der Mediengeschichte, Reinbek b. Hamburg (Rowohlt) 19xxx

23 Bayreuther 2009: 96

capable of bearing a 'symbol'. At any moment there is just one square which is 'in the machine' (Turing 1937: 231)."²⁴ Das Quadratpapier für Rechenaufgaben wird damit linearisiert / verzeitlicht; es wechselt von der zweideimensionalen Raum- in die eindimensionale Zeitdimension, wie es Vilém Flusser für die Schrift als "Ikonoklasmus" der Bildwelten gedeutet hat. Strikte Sequentialität ist ebenso vertraut von der einkanaligen Bildsignalübertragung im Fernsehen.]

Der Digitalrechner ist unhintergebar eine Maschine, die auf Zwischenspeicherung ihrer Rechenschritte (im Idealfall auf ein unendliches Band) angewiesen ist; dies ist die Natur des numerischen Rechnens. Gedächtnisoperationen bremsen die numerische Maschine aus.

"Während beim Digitalrechner die einzelnen Rechenschritte zeitlich nacheinander unter Speicherung von Zwischenergebnissen durchgeführt werden, arbeiten die Rechelemente des Analogrechners alle gleichzeitig (parallel)" <Kley 1964: 182>.

["The chief obstacle to speed in a digital computer is the need to fetch data from memory and store it back in memory after doing a fairly simple operation such as adding two numbers" <Mills 2010: 202>.]

[Operative Mikrozeit und die Wirklichkeitsvergessenheit des Digitalcomputers]

Alan Turing zufolge erlaubt es der symbolverarbeitende Computer, Diskretheit aktiv in die (Rechen-)Zeit einzuführen - nachdem sie durch Uhrwerke bislang nur diskret gemessen wurde.

[Turing definiert in seinem Text über Acoustic Delay-Speicher für Digitalcomputer, daß sie erlauben, ganz in der Tradition getakteter Räderuhren diskrete Zeit in den Rechenprozeß einzuführen.]

Elektronisches Rechnen im digitalen Modus ist buchstäblich zeitkritisch; Zeit kommt hier zurück auf ihren etymologischen Ursinn: die "(Ab-)Teilung". Kritisch ist hier die Implosion der Zeit zwischen den Pegelzuständen Null und Eins. Diese Schnitte im Mikrosenkundenbereich bilden gegenüber der weitgehenden Hardwarevergessenheit algorithmenfixierter Informatik die tatsächliche Ereignisebene des binär kodierten Computers, wo durch entsprechende Schaltungen aus einer sanften Schwingungen harte binäre Schnitte werden. Für die prozessierende Apparatur müssen zwei Signalpegel nur hinreichend unterscheidbar sein. Dieser Unterschied aber ist nicht absolut, sondern eingebettet in ein zeitliches Feld - die von Norbert Wiener so definierte *time of non-reality*: "Eine gewisse Zeit der Unwirklichkeit macht, wenn es genügend forciert wird, jedes Gerät digital", so Wiener <zitiert nach Pias 2004: 304f>. Wird nicht nur die symbolische Logik, sondern die physikalische Zeit der konkreten Implementierung berücksichtigt, erweist sich jedes digitale Gerät als Grenzfall des Analoges. In dieser elektronischen Zeitfalte liegt ein dramatischer

24 Scott Dexter, *The Esthetics of Hidden Things*, in: David M. Berry (Hg.), *Understanding digital humanities*, Houndsville 2012, 134

Moment geborgen, der vom Informationsbegriff zunächst zum Verschwinden gebracht wird.

["Diese diskret gemachte Zeit des Schaltwerks erlaubt dann allerdings Manipulationen am Realen, wie sie unterm Regime hergebrachter Künste nur am Symbolischen möglich waren" <Kittler 1990: 208>. "Digitalisierung ist <...> ein Kurzschluß, der unter Umgehung alles Imaginären <sc. der "Geschichte"> das Reale in seiner Kontingenz erstmals symbolischen Prozeduren auftut"²⁵ - worauf Historiographie in symbolischer Notation immer schon zielte, aber das Reale notwendig verfehlte, während erstmals der Phonograph unter Umgehung des phonetischen Alphabets das Stimmereignis als tatsächliches Signal aufzuzeichnen vermochte - als Analogschrift des physikalischen Ereignisses selbst ("mediale Chronographie").]

Differentialrechnung gegen die Zeit: Der Analogcomputer als Meßgerät

[„Differentialgleichungen betreffen das Verhältnis zwischen verschiedenen meßbaren physikalischen Größen und dem Maß ihrer Veränderung in Raum und Zeit. Diese physikalischen Größen können Ströme sein, Spannungen, die Rotationswinkel von Wellen oder Größen anderer Art.“²⁶]

Die Ableitung von Differentialgleichungen im Analogcomputer geschieht immer gegen eine Zeit, die auf der x-Achse als kontinuierliche sich entfaltet. Die Resultate gelten entsprechend für den zeitkontinuierlichen Bereich.²⁷

Für Meßakte als dem "Feststellen funktionaler Zusammenhänge" <Schmidt xxx: 11> ist dies zentral; klassisches Meßgerät praktiziert "die zeitlichen Ableitungen von Meßgrößen"²⁸. In der Kreiseltechnik beispielsweise kommt ein analoger Gerätetypus auf den Punkt, der die Zeit nicht diskret wie die getaktete Uhr mißt, sondern genuin differenziert.

[Die Erfordernisse der Regelungstechnik führten zwangsläufig zum Analogcomputer: "Es ist häufig nötig, die primären Meßgrößen verschiedener Art, z. B. Leistung, Frequenz, ihre Integrale und Ableitungen, auf die gleiche Größe, z. B. eine Spannung, zurückzuführen, um mit ihnen bequem Rechenoperationen verschiedener Art ausführen zu können, bevor sie auf den Regler wirken", heißt es hier weiter <Schmidt ebd.> - zeitgleich zu Helmut Hölzers Entwicklung des elektronischen Analogrechners zur Simulationen von Raketenflugbahnen in Peenemünde (wie schon die Kreiselsteuerung mit dem von ihm zum Zweck des Raketenfluges entwickelten eingebauten "Aggregats").]

25 Friedrich Kittler, Fiktion und Simulation, in: Peter Gente / Karlheinz Barck (Hg.), Aisthesis. Wahrnehmung heute, Leipzig (Reclam) 1990, 196-213 (208)

26 Norbert Wiener, Mathematik -Mein Leben, Düsseldorf / Wien (Econ) 1962, 119

27 Auf Elementarteilchenebene aber zerfällt dieser Bereich in diskrete Zustände. Was hier kontinuierlich erscheint, wird vom Gehirn durch Glättung nur vorgegaukelt. Medientheorie gerät hier an ihre Grenze (zur Quantenphysik).

28 Hermann Schmidt, Denkschrift zur Gründung eines Institutes für Regelungstechnik, Berlin (VDI-Druck) 1941, 9

Es gibt dementsprechend ein privilegiertes Verhältnis des Analogrechners zu dynamischen, also zeit- und damit welthaftigen Verhältnissen.

Die Erforschung komplexer, nonlinearer dynamischer Systeme, die externen Störungen ausgesetzt sind, gehören zu den bevorzugten Anwendungsgebieten des Analogcomputers; dies betrifft Ereignisse der chemischen Kinetik und der Elektronik (etwa der Schrot-Effekt in Elektronenröhren) ebenso wie Erdbebenforschung. Solche vibrierenden Ereignisse lassen sich durch Differentialgleichungen mathematisch formulieren, deren unabhängige Variable die Zeit ist.

Die Leistungsfähigkeit von Analogcomputern steht und fällt also mit der Zeitachse; sie sind nicht mehr und nicht weniger „in der Lage, Veränderungen zu beschreiben, die in der Zeit ablaufen“ <Rieger 2003: 51> - dies aber immerhin fast unverzüglich. Darin entfaltet sich die Definition von Zeit selbst.

[Für die Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen eignet sich der Analogcomputer mit der Zeit als einziger Variable; kommen hingegen weitere Variablen hinzu, ist der Übergang zu partiellen Differentialgleichungen vonnöten. Dies bildete die längste Zeit die Grenzen der Leistungsfähigkeit von Analogcomputern. Demgegenüber wurde inzwischen auch die Lösung partieller Differentialgleichungen durch Analogcomputern ermöglicht.^{29]}

Parallelverschaltungen: die Zeitweise des Analogcomputers

Elektronische Analogrechner sind derart konfiguriert, daß für jede mathematische Aufgabe (etwa die Integration) eine eigene Baugruppe vorhanden ist. Diese können beliebig verkoppelt werden und erlauben auf der Basis der Geschwindigkeit von Strom (als Spannung) eine Parallel"verarbeitung" des mathematischen Problems - die bei genauerer Begriffsverwendung tatsächlich eine synchrone *Zustandsdarstellung* ist.

In der Parallelverarbeitung liegt eine epistemologische Tugend des Analogcomputers hinsichtlich dynamischer *mathesis*: elektronische Analogrechner "erforderten vom Anfang an das Denken in parallel ablaufenden Prozessen"³⁰. Der Analogcomputer evoziert in dieser Hinsicht einen "Denkvorlauf" (Günther Schwarze). Insofern ist die Wirkung des Analogcomputers nicht auf die unmittelbaren Resultate beschränkte, sondern ebenso eine mittelbare - auf epistemologischer (Zwischen-)Ebene. In dieser Hinsicht steht der Analogcomputer der Denkweise des menschlichen Gehirns näher als der serielle arbeitende, algorithmische Rechner.

Eine Stärke des Analogrechners: die weltzeitanalogue Simulation

²⁹ Dazu der Beitrag von xxx Mills, xxx, in: xxx, Natural Computing, xxx

³⁰ Gunter Schwarze (seinerzeit Professor für Systemanalyse an der Humboldt-Universität zu Berlin) in seiner Rede zur Enthüllung einer Gedenktafel für Dr.-Ing. Helmut Hoelzer auf der Halbinsel Peenemünde (Typoskript Berlin, den 25. Oktober 1995)

Eine spezifische Fähigkeit des Analogrechners lag in der "'direkten Simulierung' unter möglichst weitgehender Vermeidung der Mathematik" <Wolfgang Giloi / Lauber 1963, VII>.

Im Analogrechner geschieht die Simulation von Weltvorgängen mit (gleichen oder strukturanalogen) physikalischen Mitteln, also der Welt selbst, nicht in Form abstrahierter notationeller Symbole; beispielhaft dafür steht die prinzipielle Analysierbarkeit mechanischer Pendelvorgänge durch den elektronischen Schwingkreis.

Der Analogrechner erweist sich als medienepistemisches Ding, wenn es um die nicht-numerische Erkenntnis von Zeitweisen geht. Als Simulator physikalischer Vorgänge (etwa Flugzeugbewegungen oder Kernreaktorsteuerung) kann er einen zeitkritischen "Erkenntniswert vermitteln, da das Eindringen in die Verhaltensweise der Anlage in diesen Fällen wichtiger ist als die Ermittlung einer ganz bestimmten Lösung".³¹

Diese Verhaltensweisen sind Zeitobjekte. Simulation und Zeit sind eng miteinander verknüpft. "The heyday of analog computing [was the 1950s and '60s and] focused on real-time simulation"³². Eine Stärke des Analogcomputers lag in der Echtzeitverarbeitung, bis daß nun die Philosophie der digitalen Signalverarbeitung diesem Echtzeitfenster selbst nahekommt.

Ein Vorteil von Analogrechnern gegenüber Digitalrechnern war und ist ihre prinzipbedingt hohe Ausführungsparallelität. Dies führt zu einer gegenüber algorithmisch programmierten Maschinen deutlich größeren Rechenleistung im Zeitbereich, mithin zu Echtzeitfähigkeit [die jedoch meist um den Preis einer geringen Rechengenauigkeit, die im besten Fall bei ca. 0,01 Prozent liegt, erkauft

[Das "bias" (Arbeitsstrom) stellt die Bedingung für Echtzeitverarbeitung dar.]

Echtzeit ist zum einen zugleich Bedingung und Kriterium zeitgetreuer Simulation. Zum anderen liegt der zeitkritische Erkenntnisvorteil von Simulationen "in ihren Extrapolationsmöglichkeit für Bereiche, die zu klein oder zu groß sind, zu schnell oder langsam ablaufen"³³, als daß sie von naturmenschlicher Wahrnehmung erfaßt oder gar erkannt werden könnte.

Der Analogcomputer ist *simulativ* nicht nur hinsichtlich des analogisierten Vorgangs als solchem, sondern vor allem zeit-proportional zum abzubildenden, real-physikalischen System. Die Simulation im Digitalcomputer ist zwar auch zeitkritisch, aber im zeitdiskreten Sinne: "eben nicht analog zur realen Physik, sondern bloß zum Takt des Prozessors".³⁴

31 Wolfgang Giloi, Simulation und Analyse stochastischer Vorgänge, München / Wien (Oldenbourg) 1967, 5

32 Mindell 2004: 319

33 Gabriele Gramelsberger, Im Zeichen der Wissenschaften, in: Gernot Grube / Werner Kogge / Sybille Krämer (Hg.), Schrift. Kulturtechnik zwischen Auge, Hand und Maschine, München (Fink) 2005, xxx-xxx (448 f.)

34 Kommunikation Stefan Höltgen, Februar 2012

[Anders als die durch den Analogcomputer zur Abbildung gebrachten physikalischen Prozesse handelt es sich in der symbolverarbeitenden Maschine um Zeichen, nicht primär um Signale; wir erkennen dies daran, daß "die Zeichen, die auf dem Bildschirm zu sehen sind, wie alle Zeichen in der digitalen Welt, arbiträr sind"³⁵.]

Analogcomputer sind zu High Fidelity im Zeitbereich fähig, buchstäblich zeitanalog: "Ein Analogcomputer befolgt in seinem physikalischen Verhalten über der Zeit die Gesetze des von ihm analog dargestellten Systems. Ist dieses auch ein physikalisches System mit der Zeit als unabhängiger Variablen, so kann man dafür die Berechnung die Zeitskala dehnen oder raffen. Einen Echtzeitrechner erhält man, wenn die Maschinenzeit gleich der Zeit des berechneten Problems wird. In diesem Falle stellt der Analogrechner einen Simulator dar, der sich zwischen seine Ein- und Ausgängen so verhält, wie das von ihm simulierte System. [Man kann an den Ein- und Ausgängen Umsetzer anbringen, so daß dort die gleichen physikalischen Größen wie im simulierten System auftreten" = E. Kettel, Übersicht über die Technik der elektronischen Analogrechner, in: Telefunken-Zeitung Jg. 30 (Juni 1957) Heft 116, 129-135 (130)

Im Dazwischen von Ein- und Ausgang liegt - räumlich wie zeitlich - der technische Kanal. Das aristotelische *to metaxy* wird mit Shannon konkret.

Analogcomputer sind (anders als analog/digital-Umsetzer) mit der physikalischen, also verzeitlichten Welt selbst kompatibel; er wird in der zeitlichen Dimension Teil des Systems, das er zugleich abschnittsweise simuliert. Der Analogrechner verhält sich als Zeitmaschine transitiv gegenüber der zu berechnenden Weltzeit.

Der Analogcomputer betreibt buchstäblich Zeitrechnung: nicht im Sinne einer Uhr, sondern deshalb, weil in ihm die unabhängige Variable die Zeit ist, konkret: seine Maschinenzeit. Das wichtigste Element des Analogrechners, der Integrator, wird "zeitlich gesteuert <...>, und sein jeweiliger Zustand bestimmt den Zustand des gesamten Rechners" <Kley 1964: 176>. Zustand ist hier ganz anders gemeint als bei Turing, der für seinen Rechner die Devise vorgibt "Treat time as discrete". Der Integrator vermag je nach Schalter-Stellungen den jeweils zuletzt angenommenen Analogwert *diskret* zu speichern (und damit zu integrieren) - eine paradoxe Verkehrung gegenüber der von-Neumann-Architektur des Computers

Differentialrechnung in der Zeit: "Computers used to solve problems of this type are commonly called simulators, since often the passage of time in the computer solution is proportional to time in the system under study, and thus the system under study is 'simulated' by the computer."³⁶

Helmut Hölzers Analogcomputer auf elektronischer Basis (noch ohne Operationsverstärker) resultierte im Kontext eines Echtzeitproblems: die

³⁵ Stefan Höltgen ebd. Zum Begriff des "operativen Zeichens" siehe Trogemann (Hg.) 2010, Undinglichkeit, xxx

³⁶ Harold K. Skramstad, Combined Analog-Digital Techniques in Simulation, in: Advances in Computers, Bd. 3 (1962), 275-298 (275)

speziellen Steuerungsaufgaben des Aggregat 4 auf Peenemünde (das eingebaute "Mischgerät") und deren Simulation auf dem Boden (tatsächlich dann realisiert durch den Analogcomputer an Bord der Apollo 11-Mondlandung).

So scheint die besondere Eigenschaft des Analogcomputers auf: einmal kann er einen physikalischen Vorgang in mathematischer Analogie simulieren, ebenso kann er aber Teil des tatsächlichen Systems sein und in Echtzeit die Lage nicht nur simulieren, sondern darin selbst analytisch tätig werden.

[Echtzeitprogrammierung heute heißt "live coding" (Julian Rohrhuber)]

Der Analogcomputer steht in seinen zwei Verkörperungen zugleich in einem transitiven und intransitiven Verhältnis zu der zu berechnenden Welt. Er ist buchstäblich von dieser Welt: einerseits ihrer selbst teilhaftig (aus deren Materialität er besteht) und zugleich deren Beobachter- respektive Meßinstanz. Dies betrifft besonders den Zeitbereich: Der Analogcomputer simuliert nicht nur Weltzeit, sondern partizipiert an ihr selbst.

"Gegensatzbegriff zur Echtzeit ist <...> nicht historische Zeit, sondern bloß eine Simulationszeit, bei der es entweder unmöglich oder unnötig wird, mit der Geschwindigkeit des Simulierten mitzuhalten."³⁷ Die scheinbare Differenz zwischen historischer Zeit (Aufschub) und elektronischer Unverzögerlichkeit faltet sich ineins.

[Neben dynamischen Prozessen, also solchen Vorgängen, die durch eine Differentialgleichung beschreibbar sind - also die Welt der operativen Medien (technische Systeme), aber ebenso des dynamischen Verhaltens von biologischen und ökonomischen Systemen, chemischen Prozessen etc. - ist ein privilegiertes Anwendungsgebiet des Analogrechners die Verwendung als Simulator: "Dabei werden Teile eines Systems, z. B. einer umfangreichen Regelanlage, durch einen Analogrechner und Wandler zur Anpassung der elektrischen Größen des Rechners an die physikalischen Größen des jeweiligen Systems ersetzt. Der Simulator, bestehend aus Analogrechner und Wandler, entspricht in seinem äußeren Verhalten genau dem zu simulierenden Originalteil" <Kley 1964: 181>]

Der Analogrechner wird der realen Welt ganz anders implementiert als die symbolische Maschine. Wenn Mathematik solchermaßen in der Welt ist, ist sie auch in der Zeit: "Bei der Simulation muß der Rechner in Echtzeit, d. h. ohne Zeittransformation <...> arbeiten", wenn er zusammen mit Originalteilen betrieben wird <Kley 1964: 181>. Wegen dieser Forderung schied bei vielen Simulationsaufgaben die Verwendung eines Digitalrechners im Simulator aus <Kley ebd.> - bis daß Signalprozessoren in Digitalrechnern heute gerade dies leisten und damit dem Analogcomputer nacheifern (um nicht zu schreiben: emulieren).

[Klassische Anwendungen des Analogrechners waren Flugsimulatoren, oder die Simulation einer ferngelenkten Rakete - der medienarchäologische Anlaß zum

³⁷ Friedrich Kittler, Realtime Analysis und Time Axis Manipulation, in: ders., Draculas Vermächtnis. Technische Schriften, Leipzig (Reclam) 1993, 182-207 (201)

bereits erwähnten Bau des ersten elektronischen Analogrechners durch Helmut Hölzer in Peenemünde.]

Damit zum Hybridrechner, also der optimalen Kombination von genauestem Zählen (Präzision) und Echtzeitsignalverhalten. So werden etwa "mit einem Radarsystem gemessene Positionsdaten an eine Zentrale gegeben, wo aus diesen Daten in einem Digitalrechner mit hoher Präzision Korrektursignale berechnet werden, die wieder per Funk an die Rakete übermittelt werden und entsprechende Kursänderungen bewirken. Bei der Entwicklung solcher Systeme bedient man sich aus Kostengründen vorteilhaft der Simulationstechnik. Die Rakete mit ihren flugdynamischen Eigenschaften und Steuereinrichtungen wird dabei mit einem Analogrechner in Echtzeit simuliert" <Kley 1964: 182>.

So sind Analog- und Digitalrechner miteinander verschaltet, medienarchäologisch abgründig [*mise-en-abîme*], aller linearen Mediengeschichte zum Trotz.

Der Analogcomputer ist damit in zwei Hinsichten eine Provokation der linearen historischen Zeit. Einerseits läßt er sich zwar technikgeschichtlich, nicht aber medienepistemologisch historisieren, wie die Formen seines partiellen Fortlebens und gar seiner künftigen Wiedereinkehr als Modell in anderem technischen oder physikalischen Gewand andeutet.

Zum Anderen aber lag seine Stärke gegenüber dem Digitalcomputer lange Zeit in seiner Eigenschaft als Zeitmaschine, die erst im wahren Sinne (nämlich zeitkritisch) die Simulation welthaftiger Vorgänge ermöglichte.

Der Brockhaus *Naturwissenschaft und Technik* definiert Simulation als "die modellhafte Darstellung oder Nachbildung bestimmter Aspekte eines vorhandenen oder zu entwickelnden kybernet. Systems oder Prozesses <...>, insbesondere auch seines Zeitverhaltens."

["Die Simulation erlaubt Untersuchungen oder Manipulationen, deren Durchführung am eigentl. System zu gefährlich, zu teuer oder unmöglich ist.].³⁸

[Der Ingenieur Harald Hazen sah in seiner Dissertation *The Extension of Engineering Analysis through Reduction of Computational Limits by Mechanical Means* 1931 im Analogrechner die künftige Alternative zur numerischen Rechenmaschine: "Where a physical problem is involved, models or analogies may replace the need for the solution of algebraic equations as such" <zitiert hier nach Mindell 2004: 163>. Rechner vom Typus Analogcomputer "will deal directly with the functions themselves" <zitiert ebd.>, geradezu immediat, zeitlich und epistemologisch *transitiv*.]

[Wikipedia erinnert daran: "The term *real-time* derives from its use in early simulation. While current usage implies that a computation that is "fast enough" is real-time, originally it referred to a simulation that proceeded at a rate that matched that of the real process it was simulating. Analog computers,

38 xxx. Siehe auch Inge Hinterwaldner, Simulationsmodelle. Zur Verhaltensbestimmung von Modellierung und Bildgebung in interaktiven Echtzeitsimulationen, in: Ingeborg Reichele / Steffen Siegel / Achim Spelten (Hg.), Visuelle Modelle, München (Fink) 2008, 301-316

especially, were often capable of simulating much *faster* than real-time, a situation that could be just as dangerous as a slow simulation if it were not also recognized and accounted for.^{39]}

[Nachdem 1948 die Firma Reeves den ersten vollelektronischen Allzweck-Analogcomputer auf den Markt gebracht hatte (der R E A C), kam er Mitte der 1950er Jahre im Projekt Cyclone zum umfassenden Einsatz - flankiert vom Digitalrechner: "At Project Cyclone digital computers were, from time to time, used to verify the accuracy of results from the analog computer. In a typical application, such as the simulation of a guided missile in three dimensions, the average runtime for a single solution on the analog computer facility was approximately one minute. The check solution by numerical methods on an IBM CPC (Card Programmed Calculator) took 75 hours to run <...>."^{40]}

Ein Erfolgsgeheimnis des Analogrechners ist seine Funktionsfähigkeit als "intuitive Schnittstelle" in der Modellierung physikalischer und anderer Prozesse, wie es heute als Digital Signal Processing für alternative Interfaces aktueller Computer wiederentdeckt wird. Diese Funktion basiert vor allem auf einem kritischen *Zeitverhalten*, nämlich der Echtzeit in der Interaktion (Simultaneität der Prozesse *versus* Sequentialität), welches ihm einen ausgezeichneten medienepistemologischen Status (weit über sein Dasein als Zwischenkapitel der Computergeschichte hinaus) verleiht - ein transitives Verhältnis zwischen Modellierung und Ergebnis.

Ein medientheoretisches Plädoyer geht dahingehend, in den Simulationsbegriff den zeitkritischen Aspekt notwendig mit einzubeziehen. In diesem Sinne die *IEEE Standard Definitions of Terms for Analog Computers*: "In a more restricted definition, a simulator is a device used to interact with, or to train, a human operator in the performance of a given task"⁴¹ - also in zeitlich unmittelbarer (Rück-)Kopplung. Wer am Analogcomputer arbeitet, erfährt es als Unmittelbarkeit, also als temporaler Kurzschluß der Zeiten von rechnender und berechneter Welt:

"Da die ihn interessierenden Größen oder Parameter alle unmittelbar zugänglich sind und ihre Veränderung sich unmittelbar in der Lösung auswirkt, erhält er vor allem auch ein Gespür und einen Einblick in die Struktur und Arbeitsweise des zu untersuchenden Systems <...>."⁴²

Auf dieses Zeitgespür hat J. C. R. Licklider insbesondere hingewiesen.⁴³

39 http://en.wikipedia.org/wiki/Real-time_computing

40 James S. Small, General-Purpose Electronic Analog Computing: 1945-1965, in: IEEE Annals of the History of Computing, Vol. 15, No. 2, 1993, 11 (unter Bezug auf: A. Karen / B. Loveman, Large-Problem Solutions at Project Cyclone, in: Instruments and Automation, Vol. 29, Jan. 1956, 78-83)

41 ANSI / IEEE Std 165-1977, reaffirmed 1984

42 Wolfgang Giloi / R. Herschel, Rechenanleitung für Analogrechner, hg. v. Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft AEG-Telefunken, Fachbereich Anlagen Informationstechnik, Konstanz o. J., 12f (13)

43 J. C. R. Licklider, Interactive Dynamic Modeling, in: Prospects for Simulation and Simulators of Dynamic Systems, hg. v. George Shapiro / Milron Rogers, New York / London 1967, 281-289

Der Begriff der Simulation hängt also an dem der Echtzeit - wobei Echtzeit im aktuellen Sinne das numerisch gerechnete Zeitfenster namens Gegenwartsmoment meint, während diese Rechtzeitigkeit im Analogcomputer auf purer Stromspannung basiert.

Von der Simulation zur Emulation dynamischer Welten: Die Einholung des Analogrechners in den algorithmischen Raum

Lange Zeit konnte der Digitalcomputer in der Simulation von Prozessen mit dem Analogcomputer nur in "non-time-critical applications" <Small 2001: 167> rivalisieren. Dieser Vorsprung des Analogcomputers scheint mit digitaler Signalverarbeitung inzwischen eingeholt: "Signale, die wie die musikalischen nur Variablen der Zeit sind" - also der Gegenstand elektronischer Synthesizer -, "erlauben schon den Mikroprozessoren von heute Entzeitanalysen und Echtzeitsynthesen, also Simulationen" <Kittler 1990: 212>

Das technikhistorisch gefaßte Verhältnis von Analog- und Digitalcomputer kehrt sich um, seitdem digitale Systeme Analogrechner ihrerseits durch Digital Signal Processing simulieren - ein Dementi linearer Mediengeschichten. Es bedeutet eine medienzeitliche Kehre, wenn Analogcomputer in Programmen wie MIMIC digital emuliert werden.

Was heißt es nun, wenn der elektronische Analogcomputer selbst zum Gegenstand einer Modellierung im Digitalcomputer wird? Gilt es hier, auch seine physikalischen (und damit grenzwertigen) Eigenschaften mit abzubilden, ihn also nicht schlicht funktional (durch DSP) zu emulieren, sondern zu simulieren? Läßt sich die Schwäche des Analogcomputers, seine begrenzte Genauigkeit, mit der Turing-Maschine überhaupt simulieren - oder nur annähern? Oder wird diese Differenz im Sinne des *limes* in der Differentialrechnung aufgehoben?

Früher galt einmal: „Teilsysteme mit Eigenfrequenzen über 1 Hz müssen analog simuliert werden. Teilsysteme mit Eigenfrequenzen unter 1 Hz dürfen digital simuliert werden.“⁴⁴ Diese zeitkritische Grenze ist heute - seit Entwicklung des Abtasttheorems von Nyquist / Shannon - von realer Signalverarbeitung längst eingeholt.

Mit Digital Signal Processing haben die algebraischen Berechnungen eine Hochgeschwindigkeit erreicht, welche ihrerseits die Simulation dynamischer Systeme zu leisten vermag.

Einst kam Digitaltechnik "als Schock über Analogmedien, Differentialgleichungen und Stetigkeiten"⁴⁵. Nun werden Analogrechnerschaltungen im Digitalcomputer selbst nachgebildet, in Form algorithmischer Verfahren der Simulation von Analogrechnern auf digitalen Allzweckrechenanlagen.⁴⁶ Der Analogcomputer, dessen Stärke auf dem Gebiet der Simulation welthaftiger Vorgänge lag, wird damit selbst zum Gegenstand

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

45 Friedrich Kittler, Die Nacht der Substanz, Bern (Benteli) 1989, 31

46 Siehe Diss. Ulmann 2008: 215ff

einer Simulation - eine zeitliche Einfaltung des technischen Gestells, die mit medienarchäologischem Zeitbewußtsein ein erstaunliches Wunder darstellt, während sie technikhistorisch verarmt.

"SPIELEN MIT PHYSIK"

Das Signallabor zu Gast im Computermuseum

Im Berliner Pergamon-Museum wird antike Zivilisation präsentiert, und man kann zwischen den Monumenten wandeln. Aber das Museum kann diese Zeit nicht wiederauferstehen lassen. Anders ist die archäologische Lage in der operativen Medienanalyse; die ebenso technisch, mathematisch wie erkenntniswissenschaftlich orientierte Medienwissenschaft an der Humboldt-Universität verfügt daher über drei Einrichtungen, die sich von den üblichen Unterrichtsräumen unterscheiden: der Medienarchäologische Fundus, der wissenswerte Artefakte aus der Vergangenheit medienrelevanter Technologien hortet, um sie nachvollziehbar zu machen; zweitens das Medientheater, ein dreidimensionaler Großraum samt Szene, der Medientheorie mit Mitteln der Dramaturgie erforscht und in dem Medien selbst die Hauptdarsteller sind, und schließlich das Signallabor, in dem signal- und symbolverarbeitende Medien, d. h. frühe analoge wie digitale Computersysteme, ebenso erforscht wie gelehrt werden - etwa in Form eines Kurses in hardwarenahem Assembler, aber eben auch in Form des Patchens eines Programms für Analogcomputer. Mit einem Produkt dieser Steckkunst ist das Signallabor zu Gast im Computerspielmuseum Berlin.

Friedrich Kittler hat auf der Tagung *The end(s) of the Museum* aus medienwissenschaftlicher Sicht gehalten dafür plädiert, daß real existierende Museen nicht nur materieller Kultur und bildender Künste zwecks nutzerfreundlicher Information "virtualisieren", d. h. im Internet zugänglich machen, sondern verschärft an jene bewahrenswerten Objekte denken, welche die Gegenwartskultur bestimmen: Computerhardware und -software. "Ganz wie Besucher bislang das Labyrinth der Galerien und Säle als Allegorie eines museologischen Plans durchzuirren dürfen oder müssen, würden sie in computersimulierten Virtual Realities das Labyrinth der Siliziumarchitektur selber durchzuirren. Damit aber fände das Museum auch unter hochtechnischen Bedingungen zu jener Autoreferenz, die unter Bedingungen der Gutenberggalaxis als Zusammenspiel von Exponaten und Katalogen so leicht zu haben war."⁴⁷ Diese Vision ist in beiden Varianten im Berliner Computerspielmuseum Wirklichkeit geworden - die zwei Körper der Computerkultur

"Spiel mit Physik"

Mit einer Sonderausstellung widmete sich das Berliner Computerspielmuseum dem *Spiel mit Physik*. Unter "Physik" wird in digitalen Computerspielen zumeist

⁴⁷Friedrich Kittler, Museen an der digitalen Grenze, in: Philine Helas / Maren Polte / Claudia Rückert / Bettina Uppenkamp (Hg.), Bild/Geschichte. Festschrift für Horst Bredekamp, Berlin (Akademie Verlag) 2007, 109-118

jene algorithmische *engine* verstanden, welche physikalische Parameter wie die Schwerkraft in der Bewegung von Figuren *simuliert* (etwa Lara Crofts unwahrscheinliche Sprünge, die in der realen Verfilmung so schwierig nachzuvollziehen waren). Demgegenüber basierten die ersten Computerspiele, gerade weil sie in elektronischen Analogcomputern implementiert waren, auf Elektrophysik selbst. Denn Analogcomputer berechnen Weltverhältnisse nicht symbolisch, sondern mit Mitteln der physikalischen Welt selbst. Gegenüber der Hardwarevergessenheit hochvirtueller Spielwelten der Gegenwart lohnt die medienarchäologische Erinnerung daran nicht nur aus Gründen der Nostalgie. Was aber heißt Erinnerung im Fall hochtechnischer Medien? Medien entbergen ihr Wesen erst im Vollzug. Neben dem "algorithmischen Zeichen" (Frieder Nake) gibt es die Echtzeit des Analogcomputers; wahres "Medientheater"

Spiel mit der Zeit

Die von-Neumann-Architektur des Computers, also das Prinzip der Speicherprogrammierbarkeit, war bekanntlich ein direktes Resultat der Notwendigkeit, den zeitkritischen Zündmechanismus von Wasserstoffbomben als Simulation zu berechnen. Pikanterweise stammt auch der Analogrechner Telefunken RA 742 - die hiesige Basis für die Implementierung von *Tennis for Two* - aus der inzwischen stillgelegten Kernreaktoranlage der TU Berlin. Bevor Studierende an den tatsächlichen Versuchsreaktor durften, simulierten sie kritische Kettenreaktionen zunächst anhand des sogenannten Reaktorsimulators. Die Ein- und Ausgabeperipherie bestand dabei aus einem Verbund aus Steuertisch - gleich einer Computerspielkonsole - und einer analogrechnergesteuerten Meßgerätewand zu Ablesen der Signalverläufe; den Kern der Simulation bildete ein Analogcomputer. Dieser Analogcomputer Telefunken RA 742 hat inzwischen seine Heimstatt im Signallabor des Fachgebiets Medienwissenschaft der Humboldt-Universität gefunden. Im Frühjahr 2012 wurde auf diesem "Tisch"(analog)rechner eine Urszene aller physikalisch-analogen Computerspiele, nämlich *Tennis for Two*, in einer aktualisierten Variante gesteckt; im Rahmen des Workshops *Think Analogue!* im April 2012 kam es damit zu einem buchstäblich medienarchäologischen *re-enactment* des gleichnamigen Spiels. Anders als in einer bloß funktionalen Emulation (im Reich der binär-diskreten symbolverarbeitenden Maschinen) wird hier das authentische Zeitverhalten des Computerspiels selbst nach- und mitvollziehbar.

PRINZIP ANALOGRECHNER

Prinzip Analogrechner (nach von Neumann)

Die aktuelle Transformation der Computerarchitektur (jenseits der strikten Serialität der Symbolverarbeitung in der von-Neumann-Architektur) resoniert (und *raisoniert*) mit Aspekten dessen, was (erst nach dem Siegeszug des Digitalcomputers überhaupt) "Analog"rechnen hieß: der Trend zur Parallelverarbeitung. Seitdem scheinen alle Signalflüsse auf binäre Datenverarbeitung abbildbar zu sein.

Analogcomputer sind - im Gegensatz zur universellen Turing-Maschine - als Spezialrechner stark. In Analogcomputern ist jede mathematische Operation durch eine eigenständige technische Einheit realisiert - als physikalische Verkörperung eines mathematischen Verhältnisses (implizite, d. h. nicht-symbolisch formulierte Mathematik). Dies war die Möglichkeitsbedingung für Parallelverarbeitung (so wie Fernsehbildübertragung alternativ auch einmal in parallelen Kanälen für jeden Bildpunkt gedacht war), mithin die Lösung von Echtzeitproblemen.

„Man kann eine Rechenmaschine auf dem Prinzip aufbauen, Zahlen durch bestimmte physikalische Größen darzustellen. Als solche Größen können wir z. B. die Stärke eines elektrischen Stromes, die Höhe eines elektrischen Potentials [...] verwenden [...]. Man kann dann Operationen wie Addition, Multiplikation und Integration so ausführen, daß man verschiedene natürliche Prozesse findet, die diese Größen in der gewünschten Weise steuern. Ströme mag man multiplizieren, indem man sie den beiden Magneten eines Dynamometers zuführt, wodurch man eine Drehung erzeugt. Diese Drehung kann dann durch Verknüpfung mit einem Regulierwiderstand in einen elektrischen Widerstand umgewandelt werden; und schließlich kann man den Widerstand in einen Strom umwandeln, indem man ihn an zwei Quellen festen (aber verschiedenen) Potentials schaltet. Das ganze Aggregat wird so zu einem 'schwarzen Kasten', dem man zwei Ströme zuführt und der einen Strom erzeugt, der gleich dem Produkt der beiden Ströme ist.“⁴⁸

Demgegenüber stellt von Neumann sogleich die kritische Rückfrage an jedes Analogverfahren: "Wie groß sind die unkontrollierbaren Schwankungen des Mechanismus, die das »Rauschen« ergeben, im Verhältnis zu den signifikanten »Signalen«, die die Zahlen ausdrücken, mit denen der Rechner arbeitet? Die Brauchbarkeit jedes Analogverfahrens hängt davon ab, wie niedrig der »Rauschpegel«, also die relative Stärke der unkontrollierbaren Schwankungen, gehalten werden kann. Es gibt [...] keinen Analogrechner, der wirklich das Produkt zweier Zahlen bildet. Er bildet vielmehr das Produkt plus einer kleinen, aber unbekanntem Größe, welche das »weiße Rauschen« (random noise) repräsentiert, das vom Mechanismus und den beteiligten physikalischen Prozessen herrührt“ <ebd.>.

Die kybernetische Epistemologie des Analogrechners (OP)

Es fällt ins Auge, daß den von Helmar Frank 1964 herausgegebenen Band *Kybernetische Maschinen* das Photo eines klassischen Analogcomputers zielt. Die Frage nach der Aktualität des Analogcomputers ist eng mit dem kybernetischen Denken verknüpft. In den Beiträgen wird das Analoge (als das "Nicht-Digitale") gleichberechtigt neben dem numerischen Rechner behandelt. Im Rahmen der Medienarchäologie ist es von größtem methodischen Interesse, an diese Gleichrangigkeit beider techno-mathematischen Zugangsweisen im Diskurs der Kybernetik zu erinnern.

⁴⁸ John von Neumann, Allgemeine und logische Theorie der Automaten, in: Kursbuch 8 (1967); Nachdruck von »The General and Logical Theory of Automata«, veröffentlicht 1951 in einem Symposium der Hixon Foundation »Celebration Mechanisms in Behavior« Druck: John Wiley&Sons, New York)

Es ist ein Kernanliegen der medienarchäologischen Wissens, das Erbe der Kybernetik nicht schlicht wissenschaftsgeschichtliche zu historisieren, sondern in seiner medienarchäologischen Aktualität weiterzuführen; in dem Zusammenhang soll der Analogcomputer kein Zwischenspiel der Rechengeschichte sein, sondern als alternative Form der mathematischen Modellierung re-aktualisiert werden.

Die Anfänge der Kybernetik sind mit dem Kernelement des Analogrechners, dem Operationserstärker, im Konstrukt des Feedback wesentlich verknüpft. Durch Rückkopplung wird ein Output dem Eingang als Input wieder zugeführt (und sei es unter verkehrten Vorzeichen zum Ausgleich). Norbert Wiener hat dieses Element als den entscheidenden Schritt des elektronischen Analogrechners über die Elektromechanik von Vannevar Bushs Differential Analyzer hinaus definiert. Ziel war "to gear it to the high speed of electrical circuits instead of to the much lower one of mechanical shafts and integrators"⁴⁹.

In (Elektro-)Physik implementierte Mathematik ist - anders als die rein symbolische Notation - anfällig für die Eigentümlichkeiten und Eigenzeiten eben jener Physik. Die jeweils zur Realisierung mathematischer Funktionen verfügbaren Einheiten - etwa die Integratoren - müssen im Analogcomputer "so verkoppelt werden können, wie man sie als mathematische Operationen benötigte. Während es innerhalb der Mathematik dabei gar keine Probleme gibt, mußten ja die technischen Rechengrößen - es waren im Regelfall Spannungen oder besser Spannungsverläufe - verkoppelt werden. Und beim Zuführen von Spannungen zu einem Gerät gelten die physikalisch-technischen Grundgesetze - bekannt nach Kirchhoff als Maschensatz und Knotensatz. Diese erzeugen sogenannte Rückwirkungen, die so klein gehalten werden müssen, daß sie im mathematischen Sinne vernachlässigbar sind. Das war möglich unter Verwendung der elektronische Verstärkertechnik"⁵⁰ - im damaligen Fall (Helmut Hoelzer) zunächst Elektronenröhren.

Die Zukunft liegt im Hybrid: Analogcomputing und Neurobiologie

Der Analogcomputer weist nicht zurück, sondern voraus. Von Interesse ist hier Hava T. Siegelmanns Buch *Neural Networks and Analog Computing - Beyond the Turing Limit*.

John von Neumann höchstselbst kritisierte ein neurologisches Modell, das biologische Funktionen auf binäre Gatter und Operationen (im Sinne von McCulloch / Pitts) reduziert; vielmehr handelt es sich um analog/digital-Hybride.

⁴⁹Norbert Wiener, *I am a Mathematician. The Later Life of a Prodigy*, Doubleday, Garden City, New York 1956, 190 (zitiert in: Masani 1990, 168 f.)

⁵⁰Gunter Schwarze (seinerzeit Professor für Systemanalyse an der Humboldt-Universität zu Berlin) in seiner Rede zur Enthüllung einer Gedenktafel für Dr.-Ing. Helmut Hoelzer auf der Halbinsel Peenemünde (Typoskript Berlin, den 25. Oktober 1995)

Spiegelneuronen vollziehen eine "constant mental simulation of perceived action" (Rolf Inge Godoy) - und damit genau das, was Modellierung am Analogcomputer bedeutet.

"Für die Zukunft wird <...> ein verstärkter Einsatz von hybriden Computersystemen für biologisch-medizinische Zwecke prognostiziert (Gilois <sic> 1970). Einer der Gründe dafür mag sein, daß die Natur, die den besten aller existierenden Computer, das menschliche Gehirn, hervorgebracht hat, selbst eine hybride Form der Datenverarbeitung benutzt."⁵¹

In der Lesart John von Neumanns ist das Gehirn des Menschen als zugleich mit Anteilen des Digital- und des Analogcomputers ausgestattet. Sein notorische Beitrag zum Thema computer/brain stellt auch aus heutiger Sicht noch einen wesentlichen Referenztext dar, weil er den Unterschied von numerischer und neuronaler Signalverarbeitung zum Einen im zeitkritischen Bereich aufdeckt und zweitens das menschliche Gehirn als das beschreibt, was in der Medienarchäologie der "Hybridcomputer" ist, also die Kombination aus Analog- und Digitalcomputer, wobei die Stärken beider Systeme gegen ihre gegenseitigen Schwäche ausgespielt werden - etwa durch den beliebig hinter alle Kommastrichen präzisen, aber rechenzeitaufwändigen Digitalcomputer die begrenzte Genauigkeit analogrechnerischer Ergebnisse, die dafür aber unverzüglich geliefert werden können.

Analogcomputer und -synthesizer: Ein anderes Verhältnis von Musik & Mathematik

Im elektroakustischen Synthesizer entbirgt sich der Kehrwert der Zeitlichkeit des Tons: seine mathematische Bemessung als Frequenz (die aristotelische Definition von Zeit als Maßzahl einer Bewegung zwischen dem Früheren und Späteren). Es war diese mathematische Ästhetik, mit der Karlheinz Stockhausen seine ersten elektronischen Kompositionen unternahm: entweder als Addition von reinen Sinustönen zu stationären Klängen, oder aber auch subtraktiv durch Zerlegung des weißen Rauschens in farbiges Rauschen unter Anlegung von Filtern.⁵² Die medienarchäologische Ästhetik früher elektronischer Musik tritt das Erbe der Helmholtzschen *Lehre von den Tonempfindungen* (1863) an.

Der Dokumentarfilm *Die vergangene Zukunft des Klangs* erinnert an Oskar Sala; analog sollte ein Film über Analogcomputer „die vergangene Zukunft des Computers“ behandeln. Tatsächlich teilt der Analogcomputer mit dem Synthesizer nicht nur die konkrete Elektronik, sondern auch deren operative (eher affektive denn kognitive) Handhabung.

Die Sprache der Musikelektronik ist durchwirkt von in- und expliziter Mathematik. So definiert sich etwa der Ringmodulator als Modul in

51 Wolfgang A. Knorre, Analogcomputer in Biologie und Medizin, Jena (VEB Gustav Fischer) 1971, 25

52 Karlheinz Stockhausen, Elektronische Studien I und II (1953/54), in: ders., Texte zu eigenen Werken, zur Kunst Anderer, Aktuelles, hg. v. Dieter Schnebel, Köln (DuMont Schauberg) 1964, 22

Synthesizern als Mischgerät zweier beliebiger Klangquellen (im einfachsten Falle Sinustöne), die entweder addiert oder subtrahiert werden und damit eine Frequenzverschiebung vornehmen.⁵³ Das Ohr vernimmt am Ende Rechenergebnisse. "Der R. ist ein Spannungsmultiplizierer" <ebd., 264> und damit ein Analogcomputer.

Der modulare Synthesizer beruht auf der "komplexe<n> Verdrahtung unterschiedlichster spannungskontrollierter Module, die sich wechselseitig beeinflussen"⁵⁴. Trennt oder verbindet das Algorithmische Analogcomputer und Analogsynthesizer?

"Eine solche individuelle Urverdrahtung, der Entwurf eines Netzwerks mit genauer Festlegung des Signalflusses und der Signalgrößen, ist gewissermaßen der Algorithmus, um eine Komposition automatisch zu generieren. Mit dem Terminus Algorithmus werden meist Computerprogramme und somit Digitaltechnik assoziiert. Doch so wie das Arbeiten mit einem Rechenschieber ein analoges algorithmisches Rechnen ist, wurden bereits 1930 analoge Computer gebaut, deren Rechenschritte und Ergebnisse auf unterschiedlichen Spannungspotentialen basieren."⁵⁵

Der Analogcomputer als Synthesizer

Was bedeutet es in medienepistemologischer Hinsicht, wenn die gleiche elektrotechnische Schaltung einmal zu „rechnen“ vermag, und (alternativ) Töne, mithin Musik generiert (der Operationsverstärker und der Oszillator im Analogcomputer und im Synthesizer)? Eine Gleichursprünglichkeit von Zahl und Musik in der Schwingung, oder eine Gleichursprünglichkeit von Schwingung und Mathematik in der Zahl?

[Martin Heidegger bezeichnet das „Mitsein“ und das „In-der-Welt-Sein“ als „gleichursprünglicher“ Seinscharakter des Daseins.⁵⁶]

Das ehemalige Siemens-Studio für elektronische Musik (jetzt positioniert im Deutsches Museum, München) erzeugt u. a. ein Frequenzvibrato durch Multiplikation des Tones – ein implizites Rechnen, ohne Zahlen verarbeiten zu wollen. Tatsächlich, Synthesizer "can <...> be viewed as a form of analog computer; their technology was originally based on electronic analog computer technology."⁵⁷

Die tatsächliche Erfahrung mit dem Maxi-Moog ist Gold im Sinne von Hardware wert, weil sie in dieser materiellen, geradezu elektrotechnischen Form nicht durch eine der vielen Software-Emulationen von Synthesizern ersetzbar ist.

53 Bernd Enders, Lexikon Musikelektronik, 3. Aufl. Mainz (Schott) 1997, 263f

54 Martin Supper, Gibt es kybernetische Musik? Das Beispiel Roland Kayn und Peter Vogel, in: Esselborn (Hg.), 2009, 200-204 (202)

55 Supper 2009: 202, unter Bezug auf das CEMS System (Coordinated Electronic Music Studio, realisiert durch Robert Moog an der State University of New York, Albany, 1969

56 Martin Heidegger, Prolegomena zur Geschichte des Zeitbegriffs (Marburger Vorlesung SS 1925) = GA Bd. 20, Frankfurt/M. (Vittorio Klostermann) 3. Aufl. 1994, 328

57 http://en.wikipedia.org/wiki/Analog_computer (Stand 29. April 2007)

War das Keyboard ein allzugroßes Zugeständnis an die Musiker und hat mithin den Charakter der Stellknöpfe freier Parameter nicht eher vermischt? Synthesizer-Töne sind wirkliche Meßtöne, und das Interface (keyboard) vernebelt dies. Herr Steinke, der in Berlin-Adlershof im ehemaligen DDR-Studio für experimentelle Musik in den 70er Jahren das „Subharchord“ baute, erzählt immer wieder gerne, daß es die Komponisten waren, die auf einer nachträglichen Ergänzung des keyboards beharrten.

Der Radioempfänger als impliziter Analogrechner (Wadley Loop)

Es gibt eine Vielzahl unbeabsichtigter, impliziter Formen von Analogrechnung, etwa die spezielle Kurzwellenradio-Schaltung, der Wadley Loop als Alternative zum Überlagerungsempfänger, entwickelt von Travor Wadley in den 1940er Jahren zunächst zu Zwecken der Frequenz*messung*. Sie dient der Vermeidung jener Drift, die (meßtechnisch) die allmähliche Verschiebung eines Meßgeräts um seinen Nullpunkt meint, was besonders im Hochfrequenzbereich gravierend wird:

"In a traditional superheterodyne radio receiver, most oscillator drift and instability occurs in the first frequency converter stage, because it is tunable and operating at a high frequency. <...> Unlike drift-reducing techniques (such as crystal control or frequency synthesis), the Wadley Loop does not attempt to stabilize the oscillator. Instead, it cancels the drift mathematically".⁵⁸

Das System operiert also als quasi-Analogrechner. Dies geschieht durch folgenden Operation: "(1) combining the first oscillator with the received signal in a frequency mixer to translate it to an intermediate frequency that is above the receiver's tuning range, (2) mixing the same oscillator with a comb of harmonics from a crystal scillator" (ebd.).

- mithin Rundfunk im technomathematischen Fließgleichgewicht.

Implizite Mathematik: Modellhaft rechnen

Mathematik wird durch Rechenmaschinen radikal verzeitlicht; ihr operativer Vollzug wird nicht mehr allein durch Menschen in Kopplung an Papier und Bleistift, sondern durch die Apparatur selbst geleistet.

"Ein Analogrechner liegt vor, wenn man zur Lösung eines mathematischen Problems ein analoges physikalisches System aufbaut und die Lösung des Problems *durch ein physikalisches Experiment* <italics W. E.> gewinnt, nämlich durch die Messung des Zustandes oder des zeitlichen Ablaufes der physikalischen Größen des aufgebauten Systems."⁵⁹

In der analogtechnischen Maschinerie aber "wird <...> gar nicht im eigentlichen Sinne 'gerechnet', sondern die Lösung durch Aufbauen eines

⁵⁸ http://en.wikipedia.org/wiki/Wadley_Lop; Zugriff August 2008

⁵⁹ E. Kettel, Übersicht über die Technik der elektronischen Analogrechner, in: Telefunken-Zeitung Jg. 30 (Juni 1957) Heft 116, 129-135 (129)

Analogons, eines Modells erzeugt."⁶⁰ Damit handelt es sich weniger um eine beliebig präzise Rechenmaschine "als vielmehr ein Modell zum Experimentieren. Der Ingenieur kann bei der Untersuchung in den ihm geläufigen Begriffen denken. Er erhält die Lösung in anschaulicher, graphischer Darstellung."⁶¹

Ein erfahrener Anwender von Analogrechnern "ist oftmals bereits vor der Analogrechnung in der Lage, qualitative Aussagen über das Verhalten des Modells zu machen"⁶² - ein Triumph der intuitiven, modellierenden, diagrammatisch-kognitiven Mathematik.

Bleibt das "symbol grounding"-Problem: Wie gelingt es dem Digitalcomputer, das Symbolischem im Realen zu implementieren? Indem dabei die Eigenwilligkeit der wirklichen Welt elektronischer Bauteile in Kauf genommen wird. Jedes binäre Signal verrät an seiner Flanke, daß es (im Sinne Fouriers) die Superposition harmonischer Schwingungen ist. So erscheint das Digitale als Extremwert des Analoges.⁶³

Diagramm versus Algebra?

"Ikonisch" im Sinne der Visualisierung einer Abstraktion stellt ein Diagramm nicht die physikalisch-geometrischen Eigenschaften eines Objekts dar, sondern seine strukturellen und relationalen Eigenschaften. Damit ist der Analogcomputer eine diagrammatische Maschine.

Eine logische Schlußfolgerung läßt sich dermaßen modellieren; Charles S. Peirce erklärt den Syllogismus als eine Form von *diagrammatic reasoning*: "<...> deduction consists in constructing an icon or diagram the relations of whose parts shall present a complete analogy with those of the parts of the object of reasoning, of exercising upon this image in the imagination, and of observing the result so as to discover unnoticed and hidden relations among the parts."⁶⁴ Dieser (mentale) Vollzugscharakter korreliert mit der Eigenschaft eines operativen Mediums; sobald der Betrachter ein Diagramm erfaßt, wird der dargestellte Prozeß in ihm kognitiv in Funktion versetzt.⁶⁵

60 Wolfgang Giloi / R. Herschel, Rechenanleitung für Analogrechner, hg. v. Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft AEG-Telefunken, Fachbereich Anlagen Informationstechnik, Konstanz o. J., 12f

61 Wolfgang Giloi / R. Herschel, Rechenanleitung für Analogrechner, hg. v. Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft AEG-Telefunken, Fachbereich Anlagen Informationstechnik, Konstanz o. J., 12f (13)

62 Achim Sydow, Elektronisches Analogrechnen, 3., neuverfaßte Aufl. Berlin (VEB Verl. Technik) 1971, 10

63 Dazu Bernhard Siegert, Passage des Digitalen; ferner Wendy Hui Kyong Chun, Programmed vision. Software and Memory, Cambridge, Mass. / London (MIT Press) 2011, 143-152

64 Charles Sanders Peirce, On the Algebra of Logic. A Contribution to the Philosophy of Notation [*1885], in: Collected Papers of Charles Sanders Peirce, Bd. III (C.P. 3.359-3.403), Cambridge, Mass. (Harvard University Press) 1933/1961, 182

65 Dazu Michael May, Diagrammatic reasoning and levels of schematization, *online xxx*

Es gibt zwei Weisen, diagrammatisch Mathematik zu treiben: einmal algebraisch (Formeln), einmal elektrotechnisch (Schaltpläne). Aufgrund eines Schaltplans kann eine Analogcomputer-Anordnung (etwa gedämpfte Schwingung) erzeugt werden; der Schaltplan selbst ist die mathematische "Formel". Ganz anders der Digitalrechner: Ihm werden algebraische Formeln eingegeben. In beiden (isomorphen) Fällen bleibt die eigentliche "mathematische" Operation opak.

Die Analogie beim "Analogrechner" - der besser Analogierechner hieße - wird über eine gemeinsame mathematische Analyse zweier Systeme mit Hilfe einer Differentialgleichung hergestellt - oder ist sie naturweltlich im Sinne von Pythagoras' These "Die Welt ist Zahl" gegeben (die Frage der *mimesis*)?

Heinrich Hertz beschreibt das *me/diagrammatical reasoning*: "Wir machen uns innere Scheinbilder oder Symbole der äußeren Gegenstände, und zwar machen wir sie von solcher Art, daß die denotwendigen Folgen der Bilder stets wieder die Bilder seien von den naturnotwendigen Folgen der abgebildeten Gegenstände. Damit diese Forderung überhaupt erfüllbar sei, müssen gewisse Übereinstimmungen vorhanden sein zwischen der Natur und unserem Geiste."⁶⁶

Eine implizit mathematische Medienphysik

Der Analogrechner simuliert nicht nur dynamische Vorgänge; er simuliert Mathematik selbst. Alternativ zum Rechnen mit Zahlen (Digitalcomputer) rechnet der Analogcomputer etwa mit Kurven als Funktionsgebern (per Kathodenstrahlröhre). Ein anderes Rechnen: Gleichungssysteme werden gesteckt; dann werden jeweils Parameterwerte an Drehknöpfen geändert.

Die Grundlage des Analogcomputers ist der Akt der Messung; dagegen basiert der Digitalcomputer auf Numerik.

Die Methode der direkten Analogie stellt eine Form impliziter Mathematik dar; demgegenüber geschieht die indirekte Analogie durch einen Dreischritt: erst die Analyse des Phänomens in mathematischen Begriffen, die dann äquivalent etwa durch elektronische Bauteile realisiert werden.⁶⁷

Ingenieure bevorzugen die intuitive Modellierung eines Systems (stetige Quantitäten), im Unterschied zur mathematischen Analyse (numerische Ergebnisse).⁶⁸ Physikalische Wahrheit trifft auf mathematische Folgerichtigkeit.

Mit Unschärfe rechnen

⁶⁶ Heinrich Hertz, <Mechanik>, zitiert nach: Rüdiger Inhetveen, Bilder und Zeichen in der Mathematik, in: Peter Bernhard / Volker Peckhaus (Hg.), Methodisches Denken im Kontext. Festschrift für Christian Thiel, Paderborn (mentis) 2008, 404-424 (404)

⁶⁷ Siehe Small 2001: 30 f.

⁶⁸ Siehe Small 2011: 236 f. u. 251

Analogrechnen gewährt dem Stochastischen und Kontingenten Raum <Small 2001: 237>; dem gegenüber steht die digitale Präzision. Der Digitalcomputer erlaubt die exakte Reproduktion des Rechenvorgangs, während sie beim Analogcomputer (bedingt durch Unschärfen durch Drift u. a.) variiert <Small 2001: 258>.

John von Neumann beurteilt das Wesen von Analogrechnern aus der Perspektive der mathematischen Theorie der Kommunikation, nämlich den Störpegelabstand (*signal-to-noise ratio*); daraus resultiert „die kritische Frage jedes Analogverfahrens“ <ebd.>:

"Wie groß sind die unkontrollierbaren Schwankungen des Mechanismus, die das "Rauschen" ergeben, im Verhältnis zu den signifikanten "Signalen", die die Zahlen ausdrücken, mit denen der Rechner arbeitet? <...> Es gibt <...> keinen Analogrechner, der wirklich das Produkt zweier Zahlen bildet. Er bildet vielmehr das Produkt plus einer kleinen, aber unbekanntem Größe, welche das "weiße Rauschen" (random noise) repräsentiert, das vom Mechanismus und den beteiligten physikalischen Prozessen herrührt"⁶⁹ - und damit die Welthaftigkeit des Analogrechners (eine Welt der Signale) begründet, der gegenüber alle Digitalrechnung symbol- und modellhaft bleibt.

DIE FRAGE NACH DEM FLIP-FLOP

Onomatopoesie: "Flip-flop"

Ausgesprochen wie hingeschrieben vollzieht sich in der Bezeichnung "Flip-Flop" tatsächlich das, was gemeint ist: die Umschaltung von einem in den anderen Zustand durch eine minimale Lautverschiebung zwischen zwei Vokalen i → o. Zwei Spannungswerte der Tonfrequenzen dienen hier der "binären" Unterscheidung. Diese Aktustik des Digitalen scheint in der Ur-Schrift von Eccles / Jordan 1919 auf: im Daumenschnipsen, das hinreicht, am empfindlichen Telephonhörer einen Umschaltimpuls im angeschlossenen Trigger-Relay-Kreis auszulösen: "Using a telephone transformer of the kind made for Army C Mk. III. Amplifier with 20 ohms resistance in the primary, and with the primary connected to a Brwn telephone of 60 ohms resistance, the relay is operated with certainty by snapping the thumb and finger at a distance of five feet from the telephone."⁷⁰

Warum der Band ins "Berliner Programm einer Medienwissenschaft" gehört

Zu den quellenkritischen Kompetenzen im Fach Medienwissenschaft gehört auch die Lesung von Schaltplänen und ihrer dreidimensionalen Verdinglichungen namens Medien.

⁶⁹ John von Neumann, Allgemeine und logische Theorie der Automaten, in: Kursbuch 8 (März 1967), 139-175 (145)

⁷⁰ W. H. Eccles / F. W. Jordan, A Trigger Relay Utilising Three-Electrode Thermionic Vacuum Tubes, in: Radio Review Bd. 1 (Dezember 1919), 143-146; Reprint in: Swartzlander (Hg.) 1976, 298-300

"Mythen" des Digitalen und der Analogrechner

Das Digitale ist kein Mythos, sondern es findet statt; Medienwissenschaft hat hinreichend damit zu tun, sich diesem Faktischen zu widmen.

"Nur aus der höchsten Kraft der Gegenwart dürft ihr das Vergangene deuten."⁷¹ Die in der Gegenwart aufgehobene Vergangenheit meint nicht das klassische Archiv, sondern deren *aktuellen* Wirksamkeit, etwa das in der Gegenwart einer Chip-Architektur aufgehobene Wissen ihrer Vorgänger.

Der heimliche Gegenspieler der binären Kippschaltung ist der Analogrechner, wie er auch im DTMB 2009 in der Ausstellung *Mathemata* durch einen schmalen Schlitz in der Wand zu sehen war, als Blick auf den Nachbau von Helmut Hölzers legendärem ersten vollelektronischen Analogrechner zur Simulation der Raketenflugbahnen der V2 in Peenemünde.

Der elektronische Analogrechner steht für eine andere Form mathematischen Wissens (um hier fast eine Tautologie von *mathesis* zu formulieren), nämlich für eine nicht-numerische, geradezu implizite Weise, Mathematik zu treiben.

Zugespielt auf die Frage nach dem Zeitkritischen, tut sich erneut eine epistemologische Kluft zwischen Analog- und Digitalcomputer auf. Denn Digitalcomputer müssen Rechenschritte in eine zeitliche Reihenfolge bringen; Analogcomputer haben dieses Synchronisationsproblem nicht.

In William Asprays Buch *Computing Before Computers* von 1990 werden die Begriffe "analog" und "digital" verglichen, um eine technologische bzw. epistemologische Opposition zu initiieren „Atanasoff was the first to use the word “analogue” to describe that type of computer [Atanasoff-Berry-Computer, 1939]; “digital” was first used by George Robert Stibitz in 1942.“⁷²

Und ferner: "Digital Computers introduce a consideration not found in kinematic analog computers, namely, the ordering of computation steps in time. In a vague sense, therefore, digital computation is dynamic in character, but so far as I know no theory exists."⁷³

Der Digitalcomputer emergiert also als Differenz gegenüber dem Analogcomputer, als dessen Negation bzw. Übersetzung des Rechenakts auf eine epistemologisch grundverschiedene, nämlich diskret-getaktete Ebene. Das Ticken einer Schwarzwalduhr könnte im Sinne des Empfindlichkeitstests in Eccles/Jordan 1919 einen Digitalcomputer durch akustische Impulse (statt durch direktes *clocking*) takten.

Mißbrauch von Elektronik: Die Röhre in der Rolle der Relais (digital)

⁷¹ Friedrich Nietzsche, *Unzeitgemäße Betrachtungen*. Zweites Stück: vom Nutzen und Nachteil der Historie für das Leben, zitiert in Bachelard ebd.

⁷² Aspray 1990, 239 u. 247

⁷³G. R. Stibitz, *Digital Computation For A. A. Director*, unveröffentl. Typoskript 1942, 3

Das digitale Gedächtnis beginnt mit dem Relais. Dieses medienepistemische Ding wird durch eine entsprechende Schaltung in einen von zwei unterschiedlichen Zuständen versetzt, den es sich merkt und mithin speichert; ein solcher Kippschalter *ist* nicht nur in einem Speicherzustand, sondern *hat* ihn auch. Die technische Anordnung des elektromagnetischen Relais "artikuliert" die Differenz von analog und digital; digital "zählt" es, buchstäblich.

Das einmalige gegeneinander Ein- und Ausschalten von zwei Elektronenröhren (Trioden) in der Eccles / Jordan-Schaltung von 1919 inkubiert nicht historisch, sondern als "intrinsischer Nebeneffekt" (Dennhardt) bereits das Kernmoment der Digitalcomputer, als äußerst empfindlicher Auslöseschalter, eben ein "Trigger Relay". Buchstäblich entscheidend ist hier ein zeitkritisches Ereignis, nämlich ein Impuls - weshalb Computerwelten auch nicht mehr hinreichend ins Ressort der allgemeinen Zeichenlehre namens Semiotik fallen.

Bistabile Kippschaltung als Mißbrauch der Elektronenröhre

Der Elektronenröhre, entwickelt zur Verstärkung (Triode) oder als Ventil (Diode) etwa in der Radiotechnik, wird Gewalt angetan, wenn ein und dasgleiche Artefakt nun als digitaler Schalter umgenutzt, also abrupten Spannungsschwankungen ausgesetzt wird. Attraktiv war diese Umnutzung, weil sie im Gegensatz zum elektromechanischen Relais nicht mit mechanischer Trägheit, sondern mit der Geschwindigkeit von Elektrizität selbst schaltet und damit den Computer als Emulator von neurologischen Prozessen ermöglicht.

Analog dazu, wie erst die Elektronenröhre dem Rundfunk zum Durchbruch verhalf, setzten "zählende" Röhrenschaltungen (binäre Kippschalter) das medienarchäologisch längst gültige Paradigma diskreter Kodierung und Berechnung als Digitalcomputing durch. In dieser "Welt für sich" wird die Elektronenröhre zum theoretischen Modellfall von Mediengeschichte. In der mit verbundenen Programmierbarkeit, Synchronisation und Koordination paralleler Prozesse gewinnt der Parameter Zeit eine ebenso tragende wie kritische Funktion.

Die Epistemologie der technischen Simulation macht erst im Echtzeitbereich von Gegenwart Sinn. Mit Programmierumgebungen wie MatLab, Simulink und SuperCollider wird die Elektronenröhre ihrerseits vom Subjekt zum Objekt einer operativen Modellierung.⁷⁴

Die Kippschaltung als Wissensgeschichte erzählen?

"Zu erzählen wäre <...> die dramatische Geschichte, wie Elektronenröhren seit 1920 mühsam dazu gebracht worden sind, ihre Eingangssignale nicht mehr einfach und das heißt analog zu verstärken, sondern vielmehr zu zählen und das heißt in digitalen Ziffern auszugeben."⁷⁵ Diese Geschichte ist nun erzählt, von Robert Dennhardt, in aller Direktheit. Am Ursprung des elektronischen

⁷⁴Realisiert von Martin Carlé 2004 im Signallabor des Masterstudiengangs Medienwissenschaft der HU Berlin

Digitalcomputers steht ein Mißbrauch, geradezu die Vergewaltigung eines Elements der Radiotechnik. Man muß als Leser nicht erst umständlich zwischen den Zeilen suchen, sondern bekommt die maßgebliche Archiv-Trouvaille und das Hauptargument schon auf dem Buchcover unmittelbar zu Gesicht: die Eccles-Jordan-Schaltung und das inzwischen deklassifizierte ("~~CONFIDENTIAL~~") typographische Dokument von 1942, worin erstmals (im Sinne von: historiographisch nachweislich) der Begriff *digital* (hier wirklich noch in Anführungsstriche gesetzt) vorgeschlagen wird, um den numerischen Computer von solchen Analogcomputern zu unterscheiden, die mit physikalischen Größen als Modell von Mathematik operieren.

Der Geschichtskritiker fragt zurück: Läßt sich dieses Wissen in klassischer, etwa technikgeschichtlicher Weise erzählen, ohne hier gerade den wesentlichen Punkt, die medienontologische Wendung zum Digitalen als dem diskret Zählenden, zu verharmlosen? Sache ist jetzt das, was zählt, nicht mehr das, was erzählt werden kann. Jenes Netz an impliziten und expliziten Verweisungen *qua* Fußnoten, jenem Ur-Moment von Hypertextualität (im Sinne von Vannevar Bush ebenso wie von Ted Nelson), denen Dennhardt so erfolgreich nachjagt, vollzieht bereits einen anderen, non-narrativen Modus dessen, was bislang Erzählung hieß, eher auf Seiten des Archivs denn der Historie, die hier so offensichtlich als Modell versagt, um jene Lücken zu füllen, die sich zwischen 1919 und 1942 in der (Begriffs-)Geschichte des Flipflop auftun. Von den Lücken her zu denken, ja geradezu mit ihnen als Diskontinuitäten zu rechnen (wie mit der Null) ist eine medienarchäologische Tugend.

Damit ist auch die Frage aufgeworfen, ob eine sogenannte "Wissensgeschichte" die angemessene Methode ist, solche Verhältnisse und Dynamiken zu beschreiben. "Nicht nur die Schaltungen nebst ihrer Entdecker sind für eine Wissensgeschichte des elektronischen Digitalcomputers von Interesse, sondern die unter und zwischen ihnen verschütteten mythenbildenden Artefakte und apparativen Reste" (Dennhardt).

Die Agenten dieser Nicht-Geschichte sind also *non-human agencies* des Wissens, wie sie Bruno Latour ansatzweise formuliert, dann aber nicht in ihrer Konsequenz zu Ende zu denken wagt. "Die Hauptrolle einer derartigen Wissensgeschichte des Digitalcomputers müssen die Apparate und Schaltungen spielen"⁷⁶ - vor allem auch die (im Sinne des Archivs und der Medienarchäologie) "verschütteten" Monumente, seien es die symbolischen (Dokumente), seien es die medienarchäologisch realen (apparative Reste).

Die Akteure einer Geschichte des Flipflop sind vielfacher Art: zunächst handelnde Personen wie Erfinder, Akademiker und Ingenieure, einschließlich ihrer Mitarbeiter; zweitens technische Apparate, deren Beschreibungen in Bild und Schrift sowie das in ihnen gespeicherte und durch sie kommunizierte technologische Wissen. "Als dritte Art treten sowohl administrative Strukturen der Wissenschaft, Industrie und Militär, wie beispielsweise Labore und Institute,

75 Friedrich Kittler, Hardware - das unbekannte Wesen, in: LAB. Jahrbuch der Kölner Kunsthochschule für Medien

76 Robert Dennhardt, Die Flipflop-Legende und das Digitale. Eine Vorgeschichte des Digitalcomputers vom Unterbrecherkontakt zur Röhrenelektronik 1837-1945, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009, 8

als auch kommunikative Strukturen, zuvorderst wissenschaftlich-technische Journale auf. Zu den drei genannten Akteuren quer steht eine vierte Art – technische Begriffe, Namen und Termini. Zwar werden diese von Personen geprägt und wissenschaftsadministrativ kommuniziert, zugleich führen sie jedoch auch ein Eigenleben. Danach kann der Name einer Schaltung ebenso unter einer ähnlichen stehen oder die gleiche Schaltung kann vermittels verschiedener Namen gänzlich unterschiedliche Technologien anschreiben und somit verschiedenes Wissen transportieren."⁷⁷ Daneben aber gibt es ein Wissen des Flipflop nach eigenem Recht – das sich mithin der Historie (und damit einer Wissensgeschichte) entzieht. Bereits Turing schreibt 1936, daß seine symbolische Maschine in jedem Moment ein Bewußtsein ("conscient") ihres Zustands besitzt. Dies gilt zugespitzt für das Relais:

"Ein Kippschalter ist der vielleicht einfachste nicht triviale endliche Automat. Dieses Gerät weiß <sic>, wann es sich in im Zustand *Ein* oder *Aus* befindet, und es ermöglicht dem Benutzer, einen Schalter zu drücken, der, abhängig vom Zustand des Kippschalters, eine unterschiedliche Wirkung hat. Wenn sich der Kippschalter im Zustand *Aus* befindet, dann wird er durch das Drücken des Schalters in den Zustand *Ein* versetzt"⁷⁸ – und umgekehrt. Claude Shannon hat dies als on/off-Spielzeug gebaut.

Bonch-Bujevitch und die Frage nach dem Ursprung

Die Technikgeschichte verzeichnet die Ko-Emergenz des Eccles-Jordan-Trigger und Bonch-Bujevitchs Schaltung; ein Forschungsprojekt zur russisch-sowjetischen Computergeschichte brachte es an den Tag.⁷⁹ Am 27. April 1918 berichtet Michail Alexandrovich Bonch-Bruyewitch vor der Russischen Gesellschaft der Radio-Ingenieure über den von ihm (erstmalig) erfundenen vollelektronischen "Flip-Flop" *avant la lettre*; im Oktober des gleichen Jahres publiziert er den Befund im monatlichen Fachorgan *Wireless Telegraph and Telephone Engineering* (russisch, St. Petersburg). Was besagt diese Gleichzeitigkeit? Pendelt Wissen synchon? Hier ist vielmehr der Begriff von Gleichursprünglichkeit angebracht. Umgangssprachlich gilt hier, daß ein Wissen "in der Luft liegt", weil ein Wissen um elektronische Vollzugsweisen neu entdeckt und in den internationalen Zeitschriften heftig (und weitgehend offen) verhandelt wird. Ein Netz neuen Wissens verdichtet sich und zeitigt so an verschiedenen Orten ähnliche Entdeckungen und Erfindungen. Medienepistemische Dinge finden sich also mit gleichursprünglicher Notwendigkeit.

Wolfgang Hagen schreibt über die (ausdrückliche) Ahistorizität der Medienphysik, daß Experimente in der Physik genau dann theoriefähig werden, wenn sie konsistent mathematisierbar sind, d. h. in der Forschergemeinschaft überall reproduzierbar. Für hochtechnische Medien heißt dies: Etwas muß als

⁷⁷ Dennhardt 2009: 8

⁷⁸ John E. Hopcroft / Rajeev Motwani / Jeffrey D. Ullman, Einführung in die Automatentheorie, Formale Sprachen und Komplexitätstheorie, 2. überarb. Aufl. München (Pearson Education) 2002, 13

⁷⁹ Siehe W. E. / Alexander Nitousov / Georg Trogemann (Hg.), Computing in Russia, Braunschweig (Vieweg) 2xxx

Schaltung anschreibbar sein. Ist das geschehen, ist es mit ihrer (Wissens-) "Geschichte" im engeren Sinn⁸⁰ vorbei. Hagen schreibt nicht etwa eine Medienarchäologie und auch keine Geschichte der Medien, sondern eine "mediale Genealogie der Elektrizität"⁸¹.

Dennhardt untertitel seine Genealogie der *Flipflop-Legende* ausdrücklich als "Vorgeschichte des Digitalcomputers". Vorgeschichte aber fällt im Fächerkanon der Universität nicht ins Reich von Historikern (auch nicht von Technik- und von Kulturhistorikern), sondern von Archäologie, genauer: die sogenannte Prähistorische Archäologie. Dennhardt treibt hier analog dazu eine Medienarchäologie der Prähistorie des Digitalen. Damit ist nicht schlicht eine chronologisch vorauslaufende Epoche gemeint, sondern - epistemologisch brisanter - eine alternative Weise, die Zeitweisen sogenannter Digitalcomputer zu schreiben.

Gibt es eine Geschichte der digitalen Kippschaltung? Beschreibbar sind entscheidende Knotenpunkte in der Geschichte der Elektromathematik, etwa Bonch-Bujewitschs, Eccles / Jordans der auch Tuners Entdeckung des *trigger relay*; ebenso beschreibbar ist die nachträglichen Erklärung solcher Wissensmomente zur Vorgeschichte des Digitalcomputers. Sofern Mediengeschichte einen nicht-akzidentiellen Zufallsbegriff nicht kennen will, stellt sich die Frage, nach welcher verborgenen Logik hier ein alternativer Schaltplan der Geschichte sich entfaltet.

[Eccles und Jordan wollten mit ihrem Trigger Relay die Meißner-Rückkopplung verbessern; das damit zwangsläufig einhergehende Ein- und Ausschalten der beiden Elektronenröhren stellte vielmehr einen "intrinsischen Nebeneffekt" (Dennhardt) dar. Auch in der Triggerschaltung des Ingenieurs Michail Bonch-Brujewitch von 1918 war dies auf der Basis von Kathoden-Relais *implicit* realisiert, aber nicht explizit artikuliert als das Umschalten zwischen den beiden Zuständen, die später (computer-)logisch Null und Eins heißen werden.

Damit sucht der medienarchäologische Blick zu resonieren, der die ahistorische Logik elektrophysikalischer und technomathematischer Verhältnisse am Werk der Medien sieht, invariant gegenüber einer diskursiv relativierenden Mediengeschichtsschreibung. Die medienarchäologische Perspektive ist hier eine ganz und gar naturwissenschaftliche: "'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. <...> 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

80 Wolfgang Hagen, *Radio*, München (Fink) 2005, 10

81 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

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."⁸²

Die Skripte für Darsteller im Medientheater sind Schaltpläne und technische Zeichnungen. Diese lassen sich nicht auf eine Funktion kultureller diskurse oder gar (Bild-)Rhetoriken reduzieren, denn so beliebig diskursiv verfügbar sind sie nicht. Der Test darauf ist ihre Funktion.

Eine Frage der Wissensgeschichte lautet: Wie abhängig ist Wissen vom wissenschaftlichen Zitiertwerden? Darauf antwortet Infometrie; dem gegenüber steht die Auffassung von Wissen als impliziter Welt quer zur menschlichen Kultur: Es ist ein physikalisches Wissen, das gewußt werden will. Infometrie macht die Inkubationszeit von Erfindungen, nicht aber die Eigenlogik ihres impliziten Wissens berechenbar.

Medienarchäologie läßt sich quasi techno-hermeneutisch auf die Perspektive aus Sicht der Medien selbst ein. Charles R. Gibson verfaßte Anfang des 20. Jahrhunderts die *Autobiography of an electron*. Er läßt darin ein Elektron die Wissensgeschichte der Elektronen erzählen, 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."⁸³ Wieder das *double-bind* von historischem Index und ahistorischer Vorgänglichkeit (Gleichursprünglichkeit). Thales von Milet experimentiert mit dem Bernstein-Funken; lange aber bleiben die Instrumente mangelhaft, um auf die mikrophysikalische Ebene der Elektronen vorzudringen. Anhand von Kathodenstrahlphänomenen im evakuierten Rohr werden sie manifest. Doch die Erzählung klingt aus mit der Warnung, dem Appell des Elektrons an die Menschen (was auch Heinrich Hertz beherzigte (mit seinem Exkurs über die "Scheinbilder") - zugleich eine Antwort auf Jan-Peter Sonntags forschungskünstlerischer Erkundung des "Wesens der Elektrizität": "Ein grobes Bild und nie das Wesen der Dinge, das ist die Tragödie der menschlichen Wissenschaft, und darüber kommt ihr nimmer hinaus, weil ihr nur in Bildern zu denken, zu fassen vermögt" <Gibson 1911: 99>. Alternativ dazu aber gibt es das unanschauliche Werkzeug der (Techno-)Mathematik.

Solch ungeahntes Wissen inkubiert die Eccles / Jordan-Schaltung, die unversehens eine eigenartige Nebenfunktion zeitigen wird - das Flipflop *avant la lettre*. Denn plötzlich kann die Röhre, geschaltet zu zweit in einem Eccles-Jordan-Schaltkreis - vormals Durchgangsmedium für Elektronen- und Radioströme - selbst als Speicher für eine Binärstelle dienen.⁸⁴

82 www.whagen.de, Abschnitt 3.2

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

84 Johannes Arnold, Abenteuer mit Flipflop, Halle 1970, 16; in diesem Sinne auch Bernhard Siegert, Passagen des Digitalen, Berlin (Brinkmann & Bose) 2003, 405

Das medienepistemologische Kernereignis: der bistabile Kipp Speicher

Im bistabilen Kippschalter bricht sich eine neuzeitliche Gedächtnisästhetik Bahn, denn hierin wird das technomathematische Gedächtnis selbst zeitkritisch (wie sonst nur im neuronalen Mechanismus des Menschenhirns).

Dennhardt analysiert die Vorgeschichte des Computers als Genese des digitalen Speicherns parallel zur Genese des binär-diskreten Taktens; die Urszene auch dieser Synchronisationstechnik bildete das Flipflop.

Das epistemologisch aufregend Neue ist die Ästhetik der Zwischenspeicherung: "Die eindeutige dynamische Adressierung von beliebig vielen Flipflop-Binärspeichern wurde erst ermöglicht durch die Synchronisation von zwischengespeicherten Rechendaten bzw. das Computieren von Nullen und Einsen aus teilweise externen Programmspeichern und internen Arbeitsspeichern. John von Neumanns Dokument „First Draft Report on the EDVAC“ von Mitte 1945 schreibt sich in diese Urszene mit ein" (Dennhardt).

Kippschaltungen dienen im Computer sowohl der logischen Verknüpfung wie als Taktgeber wie als Speicherelement - je nachdem, ob es sich um monostabile, astabile oder bistabile Schaltungen handelt.

["Die bistabilen Kippstufen <...> haben einen Nachteil: Sie besitzen keine definierte Anfangsstellung. <...> Wird an die Kippstufe Spannung angelegt, erhalten zunächst beide Transistoren eine positive Basisspannung" - der *bias*. "Bedingt durch Bauteilestreuung schaltet aber ein Transistor etwas schneller als der zweite, wodurch der schneller schaltende Transistor dem zweiten die Basisspannung entzieht und damit die Schaltung in einen stabilen Zustand kippt. Es läßt sich jedch nicht voraussagen, welcher Transistor der schnellere sein wird"⁸⁵; gelöst wird das Problem für Computerspeicher (zur Erzielung des Leer-Zustands des Speichers beim Einschalten, also Aus-Zustand der Kippstufen) durch Zufügung von Kondensatoren, die ihrerseits eine Form von (Zwischen-)Speicher darstellt. Kondensatoren dienen hier beim Einschalten als kurze Zeitverzögerung.]

Ein Computer in der sequentiellen von-Neumann-Architektur bedarf eines Speichers für die im jeweiligen Moment der Prozessierung benötigten Daten, gegründet auf die Möglichkeit der Speicherung eines Null- oder Eins-Signals (1 Bit). Auf Papier ist das Rechnen mit Zwischenwerten nicht zeitkritisch, doch im elektronischen, speicherprogrammierbaren Computer bedarf es Zwecks Optimierung der Abläufe einer strikten Synchronisation. Deren Ermöglichung beruht auf dem Prinzip Uhrtakt, im Speziellen auf dem Prinzip von Hemmung respektive Unruh zur Quantelung kontinuierlicher Prozesse in gleichwertige Teile, also ein zeitdiskretes Verfahren zur Erzeugung periodischer Schwingungen (ob rund, ob eckig). Jules Lissajous weist 1857 experimentell nach "<...> that a tuning fork can be sustained in vibration indefinitely by electrical means, using an electromagnet and an interrupter [similar to a clock escapement] supported by one of the prongs. The idea of using an interrupter to sustain vibration <...> had been invented by C. G. Page and described by

85 Anleitungsbuch zum Busch-Experimentier-System 4000 bis 7000, Viernheim 1988, 54

him as early as April 1837, to obtain a regularly interrupted electric current"⁸⁶ - worauf dann auch Hermann von Helmholtz' Elektromechanik zur Messung kleinster Zeitmomente bauen wird. Im Digitalen spitzt die Taktung Signale auf den Impuls zu.

Das Bit stellt die kleinste elektronische Speichereinheit im Sinne von Information dar. Im Versuchsaufbau mit zwei Invertern und zwei Leuchtdioden zur Anzeige des Speicherzustands leuchtet bei abwechselnder Anlegung eines Impulses an die jeweiligen Eingänge der Inverter leuchtet jeweils nur eine LED; "beide LEDs können nicht gleichzeitig leuchten"⁸⁷ - die Exklusivität des Digitalen. "Das auf den Eingang des jeweiligen anderen Gatters zurückgeführten Ausgangssignal sorgt für einen stabilen Zustand, der 'gespeichert' erhalten werden kann" (ebd.); Speicherung ist hier äquivalent zum Begriff des Zustands. Ein Zustand ist also keine schlichte, sondern bereits eine wissende, informierte Existenz; jeder und jedes Moment dieses diskreten Seins ist damit die Funktion eines Speicher-Wissens.

Eine aus zwei Invertern aufgebaute 1-Bit-Speicherzelle wird durch Mikro-Ereignisse, nämlich kurze "hight"-Impulse, umgeschaltet (und bleibt dann im jeweiligen Zustand stabil). "Kurze Impulse werden gespeichert."⁸⁸ Um eine solche Speicherzelle jedoch auch durch andere digitale Gatter ansteuern zu können, werden Speicherzellen mit NOR- oder NAND-Gattern aufgebaut, resultierend im RS-Flip-Flop (darin S für einen "set"-Eingang, R für einen "reset"-Eingang). Das RS-Flip-Flop bildet eine bistabile Kippstufe (zu zwei stabilen Zuständen fähig). "Es stellt im Prinzip eine 'Speicherzelle' dar"⁸⁹, im Unterschied zur astabilen Kippstufe: Gekoppelt an einen Kondensator und einen Widerstand (also im "Schwingkreis") wird dieser zu einem Frequenzerzeuger (Oszillator) und damit wahrnehmbar im tonalen Bereich (während der diskrete Bit-Speicher nur durch ein Knacken identifizierbar ist).

In der elektronischen Speicherung diskreter Information durch Vakuumröhren geht es um die kurzfristige Aktualität von Zuständen, auslösbar durch minimalste Impulse, nicht um gleichsam wie Kathedralen in Stein gehauenes emphatisches, inskripturales Gedächtnis - also weniger Inschrift denn elektromagnetisch fluide Handschrift. Insofern ist die Semantik des *remembering*, kulturwissenschaftlich statt medienarchäologisch gelesen, eine Verfehlung - es sei denn, medienarchäologische Einsicht (*theoría*) verhilft kulturell vertrauten Begriffen zu einer neuen (Be-)Deutung: "The first general type of circuit needed in electronic computing is one capable of remembering. Both digital and programmatic information must be stored: the machine must be able to remember both the numbers that are operated on and the instructions for performing the operations. [... It] consists of an Eccles-Jordan

86 W. A. Marrison, The Evolution of the Quartz Crystal Clock, in: Bell System Technical Journal, Vol. 27 (1948), 524. Dazu Robert Dennhardt, Die Flipflog-Legende und das Digitale, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009, Kapitel 1 "Von elektromagnetischer zu elektronischer Synchronisation", 37-84

87 Anleitungsbuch zum Busch-Experimentiersystem 2188 *Computer-Technik*, Viernheim 1988: 22

88 Anleitungsbuch Busch-Experimentiersystem 2188 *Computer-Technik* 1988: 35

89 Anleitungsbuch 1988: 37

trigger circuit *or* flip-flop; information can be both registered in it and read out of it *electronically*, and hence at high speed. This form of memory [...] requires two triodes per *binary digit*."⁹⁰

Es Dennis Gábor, der dafür den überzeugendsten Begriff fand: ein *Zeitkipper*.⁹¹ Entscheidend ist hier nicht die Möglichkeit der Speicherung eines binären Zustands (das leisten Konrad Zuses Relais oder gar Blechplatten im Z1 und Z3 auch), sondern die Geschwindigkeit (Burks: "at high speed"), mit der sie umgeschaltet, ein- und ausgelesen werden können - also koppelbar an die Geschwindigkeit der Elektrizität selbst (und damit eher auf Seiten der Gesetze des Elektromagnetismus und seiner Verschiebungsströme, nach Maxwell).

Ein bistabiler Speicher speichert (in Latenz) jeweils nur ein *bit*; für ganze Worte bedarf es ganzer FlipFlop-Batterien oder, alternativ, dynamischer Zwischenspeicher. Zunächst erlaubt die von Erich Friedländer gefundene und neologistisch so getaufte Kallirotron-Schaltung (ein bistabiler Speicher) den buchstäblich "schönen Fluß" von Elektronen - ein optimaler Name für die Elektronenröhre selbst.

Eine bistabile Schaltung als Fluß aber verschränkt Welle und Takt. Turner schreibt darüber in seinem Aufsatz in *Radio Review* Jahr 1920: "In its theory, the trigger relay is a particular case of unstabilized Kallirotron"; die bistabile Kippschaltung wird rückwirkend zum intrinsischen Spezialfall der Eccles-Jordan-Schaltung. Die Definition der "Triode" verdankt sich William Henry Eccles 1919. Das Trigger-Relay (also Relais), eine Schaltung aus zwei de Forest-Trioden, definiert Eccles als ein "one-stroke relay, when operated by a small triggering electrical impulse <...> and then remains in the new condition until reset."⁹²

Das RS-Flipflop ("reset") wurde später als *one-bit store* eingesetzt: im Colossus Mark 1, danach im ENIAC. Im "Colossus" von Bletchley Park wurde die Voreinstellungen für das *data tape* von intern gespeicherten Komponentenmustern generiert; "These coponents were stored in ring registers made of thyrotrons and could be set manually by plug-in pins"⁹³; kommentiert Siegert 2003: Wynn-Williams schaltet Kondensatoren in den Anodenkreis einer jeden Röhre, die den Anodenkreis der jeweils vorhergehenden Röhre unterbrechen; und als Spezialfall jener minimale Ring aus nur zwei Thyratrons: "ohne daß Wynn-Williams das bemerkt zu haben scheint, nichts anderes als ein FlipFlop" <410>.

Ein Unterbrecherkontakt "entspricht der Funktion nach einer gewöhnlichen

⁹⁰Arthur Burks, in: *Electronic Computing of the ENIAC*, 1947. Zitiert hier nach Diss. Robert Dennhardt, *Die Flipflop-Legende*, HUB 2007, 17

⁹¹ Diss. Dennhardt 2007: 22

⁹² William Henry Eccles / F. W. Jordan, *A Trigger Relay Utilising Three-Electrode Thermionic Vacuum Tubes*, in: *The Electrician* 83 (1919), 298; erscheint im gleichen Jahr auch in: *The Radio Review* 1 (1919) No. 3, 143-146

⁹³ D. Michie, *The Bletchley Machines*, in: *the Origins of Digital Computers. Selected Papers*, hg. v. Brian Randell, Berlin / Heidelberg / New York 1973, 328, zitiert hier nach Siegert 2003: 414

Türklingel".⁹⁴ Zunächst fungieren hier stabilisierende Rückwiderstände, später dann, für den bistabilen Multivibrator (statt Kippschalter), anstelle fester Vorwiderstände zwei Kondensatoren - daher das astabile Kippen. Die monostabile Kippschaltung kippt nach einer definierten Zeit (also abhängig nach Wahl der Kondensatoren) zurück in den Ausgangszustand, muß also nicht manuell zurückgesetzt werden; damit ist sie einsetzbar als Zähler (numerisch / mathematisch).

Der elektronische Speicher stellt einen bestimmten Systemzustand für eine bestimmte (Zwischen-)Zeit fest - das *bit*. Die Röhren "schalten" (in kreuzweiser Rückschaltung) bei einem Vorzeichenwechsel der Eingangsspannung, müssen dann aber manuell zurückgeschaltet ("gesetzt") werden.

George R. Stibitz unterscheidet in einem Typoskript (Memorandum) vom 23. April 1942 über "Digital Computation for A. A. Directors" im Rahmen einer Konferenz über elektronische Feuerleitkontrolle in der Flugabwehr den "analogen" vom Digitalcomputer im Unterschied zum "pulse" Computer: "Computing mechanisms have been classified as 'analog' or as 'pulse' computers. The latter term seems to me less descriptive than the term 'digital'."⁹⁵ Der Digitalcomputer ist ein Pulscomputer, und hierin liegt seine ganze prosodische Poesie.

"Classified" meint eine bibliothekarische Wissensordnung nach Begriffen; zugleich aber ist diese Aussage selbst, das überlieferte Dokument von Stibitz nämlich, lange Zeit ein "confidential" gestempelter Report des Department of Defence der USA, und war insofern mit der Macht des Archivs dem öffentlichen Wissen solange entzogen, bis es (wie es in der archivarischen Fachsprache amerikanisch heißt) "de-classified" wurde, ablesbar an dem doppelten Strich durch den Stempel CLASSIFIED.]

Folgt Stibitz' Definition des Analogcomputers: "All directors in use now are of the former type; that is the value of each variable in the computation is represented in the mechanism by the magnitude of a physical quantity such as length, voltage, speed etc. It has been suggested from time to time that digital calculation, such as that performed by adding and calculating machines might be used in the A. A. director, with advantage."⁹⁶

Der ingenieurstechnische Begriff "analog" bezeichnet eine Form von Signalverarbeitung; "digital" hingegen Daten- und Informationsverarbeitung als mathematisches Maß im Sinne Shannons. "Digital computers introduce a consideration not found in kinematic analog computers, namely the ordering of computation steps in time" <!>; er meint den "number train" von Nullen und Einsen. "Digital computation is dynamic in character" (Stibitz 1942) - *dynamic* hier im Sinne von universaler Funktionalität.

Mithin wird hier eine operative Mathematik wirksam, die Hochzeit von Mathematik und Zeit im Vollzug einer elektrophysikalischen Hardware,

94 Dennhardt 2009, Glossar, 184

95 Hier zitiert nach dem Faksimile des Dokuments in: Dennhardt 2009: 157

96 Ebd.; siehe Hagemeyer 1979: 359; Dokument im Besitz Hagemeyer; dazu auch Mindell 2002

implementiert in die wirkliche Welt (also die wirkliche Zeit mit einbeziehend).

"If the number of messages in the set is finite then this number or any monotonic function of this number can be regarded as a measure of the information produced when one message is chosen from the set, all choices being equally likely. As was pointed out by Hartley the most natural choice is the logarithmic function. <...> 1. It is practically more useful. Parameters of engineering importance such as time, bandwidth, number of relays, etc., tend to vary linearly with the logarithm of the number of possibilities. For example, adding one relay to a group doubles the number of possible states of the relays. It adds 1 to the base 2 logarithm of this number. <...> 3. It is mathematically more suitable. <...> The choice of a logarithmic base corresponds to the choice of a unit for measuring information. If the base 2 is used the resulting units may be called binary digits, or more briefly bits, a word suggested by J. W. Tukey. A device with two stable positions, such as a relay or a flip-flop circuit, can store one bit of information."⁹⁷

Binäres Rechnen wird hier nicht allein mathematisch, sondern ebenso ingenieurstechnisch von der Materialität der buchstäblich zur *quasi*-logischen *Verfügung* stehenden Bauteile (elektromagnetisches Relais, elektronische Röhre) her verstanden.

"Der Eccles-Jordan-Trigger ist, was keine Röhrenschaltung vorher war, ein Gedächtnis. Es speichert das Inputsignal so lange, bis die Verbindung zwischen beiden Röhren unterbrochen wird oder der Heizstrom der Kathoden abgeschaltet wird" <Siegert 2003: 405>. Diese Schaltung wurde erfunden, um Spannungsimpulse zu zählen; "1-1 + 1-1" begründet seithin die neue binäre Logik des Zählens (Siegert).

Arthur Burks greift auf den Eccles/Jordan-Trigger zurück, als er 1944 die Schaltkreise des Digitalrechners ENIAC entwirft. Der hauptsächliche Speicherschaltkreis ("remembering circuit") des ENIAC "consists of an Eccles-Jordan trigger circuit or flip-flop"⁹⁸. Kommentiert Siegert: "Erst das nur von der Geschwindigkeit der Elektronen in seiner Schaltfrequenz limitierte Eccles-Jordan-Flipflop, das serielle Additionen in 32 msec möglich machte, schuf die Bedingung der Möglichkeit, von der parallelen Architektur des ENIAC abzugehen und für seinen Nachfolger, den EDVAC, eine strikt serielle Datenprozessierung vorzusehen" <406>. Die schiere Geschwindigkeit von Rechnen auf Basis von Elektronenröhren erlaubte die Abkehr von der parallelen Datenverarbeitung: "[T]o gain speed was no longer needed and so it was decided to store numbers serially and process them serially. The guiding principle of EDVAC design was: One thing at a time, down to the last bit!"⁹⁹ Auf

97 Claude Shannon, The Mathematical Theory of Communication, in: ders. / Warren Weaver, The Mathematical Theory of Communication, Urbana, Ill. (University of Illinois Press) 1963, 29-xxx (32)

98 Zitiert hier nach Siegert 2003: 406, unter Bezug auf: Arthur W. Burks, Electronic Computing Circuits of the ENIAC, in: Proceedings of the I.R.E., August 1947, 757

99 William Aspray / Arthur Burks, Computer Architecture and Logical Design, in: Papers of John von Neumann on Computing and Computer Theory, hg. v. William Aspray / Arthur Burks, Cambridge, Mass. / London / Los Angeles / San

der Macy-Konferenz aber erinnert Norbert Wiener an die zeitkritische "distinction between the digital and analogic. The distinction is not sharp [...] a certain time of non-reality [...]"¹⁰⁰.

"RETROCOMPUTING": weder nostalgisch noch historistisch

Die Behausung von Retro-Computing in einem akademischen Rahmen verfolgt das Ziel, den Bastern ihr implizites Wissen zu entlocken und im wissenschaftlichen Sinne explizit zu machen.

Vintage wird gerne mit alten Zeiten assoziiert, und in der Tat befindet sich der gastgebende Standort der Humboldt-Universität, Aula und Medientheater des "Pergamonpalais", unmittelbarer Nachbarschaft zum Berliner Pergamonmuseum. Dessen Eingangsportal gegenüber liegt - markiert durch das Laufband "Technopoiesis" - der Eingang zum Fundus mit medienarchäologischen Artefakten.

Damit ist (ganz im Sinne von Walter Benjamins Deutung von Paris im 19. Jahrhundert als das antike Rom der Moderne) der kulturgeschichtlichen "Antike" die Antike der Gegenwart beiseitegestellt, die "Jetztvergangenheit" des digitalen Zeitalters¹⁰¹ - ein Begriff, der zugleich andeutet, daß diese Vergangenheit nicht historisiert, sondern in der Gegenwart gleichsam "aufgehoben" ist wie frühere Prozessoren in heutigen Mikrochip-Architekturen. So ist der hiesige "Einblick in die Historie der heutigen Computertechnik" (Stefan Höltgen) zu verstehen.

Was meint eigentlich das "Retro" im Begriff des Retro-Computing? Praktiker wissen es durch das, was sie tun, aber in der medienwissenschaftlichen Reflexion obliegt die sorgfältige Ausformulierung. "Retro" ist mehr als nur Computernostalgie nach den Kinderschuhen des Homecomputing, mehr als nur Jugenderinnerungen der heutigen Hacker und Hardware-Archäologen. Daß das auf den ersten Blick so einleuchtende Präfix "Retro-" im Falle des Digitalcomputers andere Fragen aufwirft als die klassische Technikgeschichte mit ihren Nostalgiewellen manifestiert sich schon in der Debatte darum, ob frühere Systeme auf heutigen Computern emuliert oder simuliert werden sollen - und ob es gute Gründe dafür gibt, der Originalplattform den Vorzug zu geben. "Retro" meint nicht den scheuen Respekt vor dem Original, denn im "Remix" werden gerade alte Rechner zu hybriden Nutzungen der heutigen Computerwelt aufgerüstet - als retro-aktive Medienarchäologie. Außerdem ist die beste Form der Bewahrung eines antiken technischen Artefakt (im Unterschied zu klassischen Kunstwerken) seine Wiederinvollzugsetzung. "Retro-" ist nicht nur eine rückwärtsgewandte Wiedererinnerung, sondern zugleich ein Anzeichen dafür, daß wir heute in einem nicht-historischen Verhältnis zur ersten Generation vom Homecomputern stehen. Wenn sie einmal

Francisco 1987, 5f <zitiert nach Siegert 2003: 406>

100 Wiederabdruck in: Pias, xxx

101 Siehe Richard Faber, Paris, das Rom des XIX. Jahrhunderts. Eine Metacollage, in: Norbert W. Bolz / Richard Faber (Hg.), Antike und Moderne. Zu Walter Benjamins "Pasagen", Würzburg (Königshausen + Neumann) 1986), 78-81, bes. Abschnitt 12 "'Jetztzeit' der Antike", 78-81

wieder nutzbar, d. h. wieder elektronisch algorithmisierbar gemacht sind, stehen sie zum heutigen Programmierer gleich unmittelbar wie jede aktuelle Form des Computers. In der Allianz von Technik und Mathematik ist eine ganz andere logische Zeit am Werk als die des geschichtlichen Werdens und Vergehens. Aber dieses Zeitverhältnis offenbart sich gerade nicht in der musealen Präsentation, welche eher den historischen Eindruck privilegiert, sondern im aktiven Nachvollzug, im *re-enactment* der damaligen Nutzung (um einen Begriff des englischen Historikers Collingwood zu bemühen). Dies erfordert eine aktive Medienarchäologie; für den Fall der ersten, gescheiterten Generation von massenhaften Computerspielen, das Spiel *E. T.*, hat Stefan Hölting nachgewiesen, wie der heutige Emulator zugleich als Debugger fungiert und damit das logische Medium selbst der aktive Archäologe ist, der damalige Mißverständnisse aufdeckt und aufweist, wie die Software mit der Hardware hadert. Hier tut sich das ins Reale implementierte Symbolische zumeist in Form von Abstürzen auf, oftmals im zeitkritischen Sinn als "Zeitreal", das nach taktgenauem Programmieren verlangt. Berechnungen zur Laufzeit sind hier ihrerseits Effekte der jeweiligen Epoche von Computerarchitekturen.

Demonstrieren läßt sich dies anhand eines wirklich antiken "Computers", dem sogenannten Mechanismus von Antikythera. Von der Antike des Computers sind wir im Jahre 2014 nur scheinbar durch Jahrtausende getrennt; diese Antike ist nicht einmal *historisiert*, sondern aktuell. Anders als antike Statuen nämlich wollen *vintage computer* in Vollzug gesetzt werden. Sie als Objekt anzuschauen erschließt nicht ihr Wesen, sondern allein ihre operative Archäologie.

Der Akzent von und als "*vintage computing*" liegt auf der Lauffähigkeit der Systeme, die auf diese Weise überlieferte Computer nicht geschichtlich distanzieren, sondern real erfahrbar machen.

Georg Wilhelm Friedrich Hegel hat sich seinerzeit massiv gegen die umso klarer diagnostizierte Provokation gewehrt, welche die Mechanisierung des Rechnens gegenüber dem menschlichen Geist darstellen könnte - dem "Schaudern, sich zur Maschine zu vervollkommen", demgegenüber Niklas Luhmann in seiner "Kommunikation mit Zettelkästen" den Moment der Maschinenwerdung als materiell-operativer Objektivierung des Geistes geradezu als Suspendierung von der eigenen Subjektzentriertheit im Wissensprozeß feierte. Während sein Zeitgenosse Charles Babbage in London um 1830 längst einen speicherprogrammierbaren Digitalcomputer auf mechanischer Basis visionierte, graute es Hegel vor der Türingschen Vorstellung, daß menschliches Denken, sofern es denn logisch ist, bereits einen Maschinenzustand darstellt.

Ideengeschichtlich war es so, daß die europäische Neuzeit seit der Renaissance lange im Schatten der griechisch-römischen Antike stand, deren Wissen und Ästhetik als metahistorische Maßstäbe uneinholbar schienen - bis dann im 16. Jahrhundert ein Geisteskrieg, die "Querelle des Anciens et Modernes", ausbrach. Was sich herauschälte, war der dezidierte Differenzanspruch der sogenannten Modernen, was sich in Fortschrittsgläubigkeit ästhetischer und technischer Avantgarden bis heute fortschrieb. Demgegenüber ist eine Wiederbewertung des Klassischen mit einem anderen Zeitmodell verbunden, eine andere funktionale Gültigkeit. *Classic* ist eben nicht identisch mit "historisch".

Nicht bloß zur musealen Ausstellung, sondern zum Wiedervollzug kommen im Retro-Computing Apparate, deren Wesen nicht schlicht historisch, sondern in den aktuellen Computern ebenso "aufgehoben" ist, wie umgekehrt aus "klassischen" Heimcomputern das, was als heutige Gegenwart damals noch Zukunft war (etwa 3-D-Objektdarstellung), als "Zukunft in der Vergangenheit" durch gezielt zeitkritische Optimierung der Prozessoren und Speicherplätze zurückzuverlegen ist.

Die Emergenz der Medienwissenschaft fiel nicht von Ungefähr zusammen mit einem erwachenden Gespür dafür, daß es die erste Generation von "Volkscomputern" zu würdigen galt - und das nicht im Sinne einer historistischen Musealisierung in geschlossenen Vitrinen, sondern um mit Mitteln des *operativen Museums* etwas ganz Anderes buchstäblich zur Ausstellung zu bringen: die Aufgehobenheit der "klassischen" Computer in der Gegenwart. Es gehört zu den Tugenden des Museums im Unterschied zu gedruckten Büchern oder virtuellen Welten, daß hier die Materialität des Artefakts, der Plattform selbst präsent ist. Diese Präsenz ist einerseits eine auratische, die andererseits nach logischem (programmierenden) und physischem (lötenden) Eingriff verlangt. Es gibt eine Unvollständigkeit des Computers nicht allein im Sinne jenes mathematischen Theorems, das Alan Turing einst 1936 zur Entwicklung der Turing-Maschine verleitete, sondern auch um Sinne der konkreten Hardware. Denn der tatsächlich implementierte Computer bedarf (ganz im Sinne von Lessings *Laokoon*) des Inputs und der Manipulation als Vervollständigung durch aktive *user*, mithin des operativen Vollzugs, um überhaupt zum Computer zu werden und nicht schlicht eine elektronische Platine oder symbolische Tabellen zu sein.

Unter diesem Aspekt ist auch eine Reparatur- und Lötwerkstatt kein schlichter Service, sondern eine Form operativer Medienanalyse - praktizierte Medienarchäologie.

Im Unterschied zum jährlichen Vintage Computer Festival in München heißt die Berliner Variante programmatisch *Vintage Computing Festival*. Der Akzent liegt hier darauf, daß Technologien den Zustand des reinen Logos, der schieren Formel oder des Schaltplans und ihrer schieren Materialität als elektronische Artefakte andererseits, nur dann verlassen und in den Medienzustand eintreten, wenn sie operativ werden. Dies meint auf mathematisch-algorithmischer Seite die Software (von daher das Wortspiel des "Algorhythmus" - den Computer zum Tanzen bringend), und auf anderen Seite die unter Strom gesetzte Hardware. Zum Computerspiel - oder besser: zum Computer-Mensch-Spiel - wird dieser Zusammenhang mit dem menschlichen Bediener, Programmierer, Lötter und Nutzer, der das performative Moment hinzufügt. Beide Vollzugsweisen finden *im* und *als* Medientheater zusammen.

Antike Computer stehen einerseits in Allianz mit klassischen archäologischen Objekten, unterscheiden sich davon aber ebenso markant. Wie die letzteren unterliegen sie als Hardware dem "Zahn der Zeit", der physikalischen Entropie, und sind somit in der vertrauten "historischen" Zeit. Ein Beispiel ist der Schimmel aus alten Kondensatoren; in Form der materiellen und softwareseitigen *Friktionen* beim Versuch der Wiederinstandsetzung meldet sich die Zeit zu Wort. Andererseits ist ihrer operativen Diagrammatik, also der gelöteten Schaltung, die Zeitlosigkeit der Logik eingeschrieben oder gar

eingebrennt, was es ermöglicht, dieses Wissen auch heute wieder zu verhandeln, neu zu verhandeln, klug zu mißbrauchen, umzunutzen - all das, was gemeinhin unter "Retrocomputing" firmiert.

Es ist das theoretische Konzept der mathematischen Turingmächtigkeit, welches den in einem aktuellen Betriebssystem emulierten Antikcomputer von einer Maschine wie dem Automobil unterscheidet, das ebenso verschiedenen technologische Zeiten in sich aufhebt und zusammenfügt: "It is a disparate aggregate of scientific and technical solutions dating from different periods. One can date it component by component; this part was invented at the turn of the century, another ten years ago, and Carnot's cycle is almost two hundred years old. Not to mention that the wheel dates back to Neolithic times. The ensemble is only contemporary by assemblage [...]."102

Medienarchäologischer Tumult heißt, Ausstellungsstücke nicht museal, sondern in lauffähigem Zustand zu präsentieren. Das Dilemma der musealen Überlieferung antiker Computer ist das funktionsfähige Original (bedarf der intensiven technischen Betreuung). Die meisten Museen vernachlässigen das in ihren Sammlungen implizite Wissen zugunsten der bloßen Ausstellungen.

Das "demake" eines Computerspiels ist eine Art von *reverse engineering*; ein komplexes aktuelles Computerspiel wird auf eine antike Plattform herunterformuliert. Umgekehrte Medienarchäologie ist bewußte Archaisierung / Verknappung des Diskurses (Foucault). Das Vectrex-Computerspiel auf einem Vektorgraphik-Bildschirm enthüllt den ganzen Unterschied zum gepixelten Bild. Diese gestochene scharfe Bildqualität digital aufzuzeichnen und zu reproduzieren ist problematisch, es sei denn, das Szenario wird vom Bildschirm direkt abgefilmt und in den Beamer geschickt. Oder aber: Oversampling. Für menschliche Sinne mag dies dem Originalsignal getreu entsprechen; die Maschine aber weiß über die Differenz von gesampeltem Signal und kontinuierlichem Signal - bis zum Sampling-Theorem, welches es erlaubt, ein bandbegrenzttes Signal tatsächlich digital zu reproduzieren, will sagen: in diesem Zwischenbereich zwischen elektrophysikalischer Realität und technomathematischer Information ist die analog / digital-Differenz tatsächlich "aufgehoben".

Das Computer History Museum (ehemals Digital Computer Museum) in Mountain View (USA) weiß um die Aufsässigkeit materieller Komponenten. Von alten Magnetband-Datenträgern löst sich die Magnetschicht ab, von Monitoren der Plastikschutz. Werden elektronische Originalteile durch digitale Module ersetzt, steigt der Aufwand exponentiell. Im Nachbau der elektromechanischen Z1 (durch den Meister Konrad Zuse höchstselbst aus der technomathematischen Erinnerung) im Deutschen Technik Museum Berlin verhaken sich die Bleche *mit der Zeit*; in der materiellen Friktion artikuliert sich die physikalische Welt. Die Alternative liegt in der funktionalen Emulation - einer erkenntnissubjektiven Ausgeburt des Computerzeitalters selbst.

102 Michel Serres, *Conversations on Science, Culture, and Time*, zitiert als Motto zum Kapitel "Experimenting with time" in: Timothy Scott Barker, *Time and the Digital. Connecting Technology, Aesthetics, and a process Philosophy of Time*, Hannover, New Hampshire (Darmouth College Press) 2012, 12

ZEIT VON GNADEN DES COMPUTERS

G. W. F. Hegels Philosophie des Geistes ist längst *ghost in the machine*. Zum Medientheater wird *time sharing*, wenn Zeit nicht nur zwischen Menschen im gleichen Raum geteilt wird, sondern auch zwischen Menschen und Computern.

Die Ausgabegeschwindigkeit des Computers war zunächst auf die menschliche Lesegeschwindigkeit abgestimmt und betrug im Dialog etwa zehn Zeichen je Sekunde - das Frank'sche Informationsmaß für neuronale Präsenz. "Auf diese Weise entsteht <...> eine höhere Informations/dichte als beim Dialog Mensch-Mensch."¹⁰³ Neben dieser performativen Zeit aber bestimmt 3.) die operative Zeit von Time-Sharing einer Gesellschaft, die nur aus Computern besteht, unsere Lage.

In den Formen des World Wide Web ist die von Teilhard de Chardin einst prognostizierte "Noosphäre", also eine den Globus umfassende elektronische Denksphäre, netzwerktechnisch wie als Gebrauchsweise längst zur *Chronosphäre* geworden. Diese Chronosphäre ist "Historismus" im Sinne von Martin Heideggers Deutung des Rundfunks als kulturelle Globalisierungsmaschine: "Der Historismus ist heute nicht nur nicht überwunden, sondern er tritt jetzt erst in das Stadium seiner Ausbreitung und Verfestigung. Die technische Organisation der Weltöffentlichkeit <...> ist die eigentliche Herrschaftsform des Historismus."¹⁰⁴

Es war Alan Turing, der für die elektrotechnische Verkörperung seiner symbolischen Maschine radikal definierte: "treat time as discrete". Für die von-Neumann-Architektur unserer alltäglichen Computer gilt auch in Zeiten der sogenannten "post-digitalen" Medienkultur unerbittlich: "one bit at a time". Im (nach Konrad Zuse benannten) *rechnenden Raum* regiert das Zeitregime strikter Sequentialität in der Datenverarbeitung; Antikollisionsverfahren sortieren Information zeitkritisch durch ihre Einteilung in diskrete Zeitschlitze. *Time slicing* als Eskalation von *time-sharing* im Konzept Lickliders ist längst generelle Praxis in der Rechner- und Telekommunikation geworden, bis in den Mobilfunk. So öffnen und schließen sich unaufhörlich Zeitfenster für Ja / Nein-Entscheidungen.

Uhrzeit "mißt" den scheinbar linearen Zeitfluß auf zeitdiskrete Weise. Was aber, wenn radikaler konfrontiert wird, daß hier nicht etwa eine physikalische Größe gemessen, sondern im Meßakt überhaupt erst erschaffen wird, was dann als metaphysische Unterstellung im Vorgriff modellhaft *vorausgesetzt* wird? Eine dichte Gegenwart als kommunikatives Zeitfenster zwischen Mensch und Computer kommt hier nicht mehr schlicht durch gleichgetaktete Oszillationen, sondern durch modulierte Rhythmen zustande.

In den späten 1950er-Jahren entwarf eine Forschungsgruppe des US-Rüstungslieferanten BBN eines der ersten Time-Sharing-Systeme. J.C.R.

¹⁰³ Werner Ribbeck, Grundlagen der Time-Sharing-Anwendung, Düsseldorf (VDI-Verl.) 1973, 3 f.

¹⁰⁴ Martin Heidegger, Der Spruch des Anaximander, in: Holzwege, Frankfurt, 4/1963: 301

Licklider, ursprünglich Psychologieprofessor an der Harvard University und später am Massachusetts Institut of Technology (MIT) entwickelte die Möglichkeit, mehrere Benutzer bzw. mehrere Forschungseinrichtungen an einem Großrechner quasi gleichzeitig arbeiten zu lassen, in dem sie sich die Rechenzeit des einzigen vorhandenen Prozessors teilten; dabei wurde jedem einzelnen Benutzer suggeriert, exklusiv über die gesamten Ressourcen des Computers für sich allein zu verfügen.

Der Hintergrund solch zeitkritischer Modellierungen von Mensch-Maschine-Interaktion ist durchaus militärischer Natur. Licklider war als Mitarbeiter im Psychoakustischen Labor der Harvard University zu Weltkriegszeiten durch Erfahrung mit Projekten des US-Verteidigungsministeriums geprägt. 1962 konnte er bei ARPA sein Mensch-Maschine-Interaktions-Programm am Command and Control Research Office weiterführen und es in Information Processing Techniques Office (IPTO) umbenennen - eine Camouflage der militärischen Kontexte der Kybernetik.¹⁰⁵

Die Frage von Mensch-Maschine-Interaktivität in Kollektiven ist gekoppelt an das *time sharing* als techno-soziologisches Äquivalent zum Begriff der "Gesellschaft", und nicht mehr eine simple Büro- oder Schreibtischmetapher. So wurde das CTSS entwickelt, ein Compatible Time-Sharing System - ein besserer Begriff als die topologische "Netz"-Metapher, in der das *zeit*kritische Element zu kurz kommt.

Die Technologie paralleler Zeitzuteilung erlaubt den gleichzeitigen Zugriff mehrerer Nutzer auf ein und dieselbe Laufzeit eines Computers. Im *Time-Sharing Betrieb* wird die Zeit, während der die Zentralrecheneinheit durch Warten auf Eingaben unbeschäftigt ist, durch Bearbeitung der Aufträge anderer Nutzer interpoliert - eine zeitökonomische Optimierung.

Gleichzeitig zu diesem neuen Verständnis von Computernutzung fand ein telekommunikationstechnischer Paradigmenwechsel von „leitungsorientierten“ zu „paketvermittelten“ Konzepten statt (Leiner 2000). "Die Teilnehmer schließen sich mit Hilfe einer *Datenstation* (terminal) für die benötigte Zeit über Fernmeldewege an das angewählte Time-Sharing-System an"¹⁰⁶ - Telecomputing, und das zeitweilige *online*-Sein.

Jack Carne von der RAND-Corporation schlug 1958 ein System vor, wo in Kommunikationskanälen jede Botschaft von einem Sender einen *time-stamp* trägt. Trugen klassische Archivalien immer schon ein Datum, wird die Datierung jetzt selbst aktiv. 1957 entwickelt Frank Yates von der Hughes Aircraft Company ein "flooding system", worin jede Station im Netzwerk ein *time slot* erhält, innerhalb dessen es ihm erlaubt ist Daten zu übertragen. Netz-Kommunikation wird damit zeitkritisch und verläßt die räumliche Metaphorik; Zeit kommt hier entschieden und entscheidend ins Spiel.

¹⁰⁵Siehe Wolfgang Hagen, Computerpolitik, in: Norbert Bolz / Friedrich Kittler / Georg Christoph Tholen (Hg.), Computer als Medium, München (Fink) 1994, 139-167

¹⁰⁶Ribbeck 1973, 1

Medientheorie hat die Aufgabe, bisherige Kulturtechniken von wirklich technologischen Praktiken unterscheidbar zu halten; dazu gehören die buchstäblichen *termini technici*, also Fachbegriffe wie das Time-Sharing. Der medienanalytische Blick fokussiert daher die zeitlichen Rahmenbedingungen von Mensch-Maschine-Kommunikation. Präziser, als es der allgemeine Begriff sogenannter zeitbasierter Medien benennt, geht es hier um die zeitkritische Funktionstüchtigkeit einer Maschine als Bedingung gelingender Synchronisation. Der Digitalcomputer im medientechnischen Vollzug ist nicht schlicht eine symbolverarbeitende Maschine, sondern mit seinen Signalverarbeitungsalgorithmen in seinem radikal getakteten Wesen eine komplexe Zeitmaschine. Das Betriebssystem verwaltet im Kernel vor allem Prozesse des *time-sharing* von Rechenzeit für quasi-Parallelverarbeitung diverser Aufgaben. Die sogenannte Temporallogik ist eine Methode, die Zeitweisen des in diskreten Zuständen operierenden Computers zu analysieren und zu modellieren: verzweigte Folgezustände, Zustandsübergänge, Schleifen, Zugriffsprozesse. Logikanalysatoren lassen die einzelnen Rechenschritte des Computers in parallelen Zeitkanälen oszilloskopisch gar sichtbar werden - Meßbilder als medienanalytisches Kino. "Graphical data representation enables detailed understanding of dynamic processes on massively parallel systems", verkündet *Vampir*, ein Werkzeug der Performance Analysis, basierend auf der Parallelspeicherung von *event traces*.¹⁰⁷

Im Realzeitbetrieb des Rechners sind mit der Verarbeitung eines Auftrags strenge Zeitbedingungen verbunden, d. h. die Berechnung der Ergebnisse muß möglichst sofort, "spätestens innerhalb einer vorgegebenen Zeitschranke, die im Millisekundenbereich liegen kann, abgeschlossen sein"¹⁰⁸. Im *Time-Sharing Betrieb*, also durch Zeitteilung, wird die Epoche, das Intervall, in dem die Zentraleinheit durch Warten auf Eingaben unbeschäftigt ist, durch Bearbeitung der Aufträge anderer Nutzer optimiert.¹⁰⁹ Das ist die Produktivkraft von Turbo-Kapitalismus im Mikrozeitbereich.

Im Unterschied zur herkömmlichen Stapelverarbeitung (dem *local batch*), bei der dem Zentralrechner die Nutzeraufgaben jeweils komplett eingegeben werden¹¹⁰, rechnet der Computer im Time-Sharing während der "Denkpausen" jedes einzelnen Benutzers.¹¹¹ Kleinste zeitliche Lücken kommen damit aktiv ins Spiel - gleich dem Sehschlitz und den intermittierenden Scheiben in frühen kinematographischen Mechanismen. Zeitkritische Absenzen sind das schockierende Betriebsgeheimnis aller medientechnischen Wirkungsmacht. "Das Betriebssystem überwacht die Ausführung der einzelnen Benutzerprogramme und teilt die Zeitscheiben zu."¹¹²

Ein umgekehrtes Verfahren dient der Suche nach extraterrestrischer Intelligenz. Mittels der Berkeley Open Infrastructure For Network Computing Software für

107GWT-TUD GmbH, Dresden; siehe www.vampir.eu

108Schülerduden Die Informatik, Eintrag "Realzeitbetrieb (Echtzeitbetrieb)", 65

109 Ebd., 66

110 Siehe Ribbeck 1973, 50: Bild 7 "Vergleich eines Time-Sharing-Systems mit einem Riesenrad"

111Ribbeck 1973, 6

112Ribbeck 1973, 1

verteiltes Rechnen, die auf den individuellen Computer geladen wird, läßt sich in einem operativen *time-sharing* überschüssige Rechenleistung während und abseits des Eigenbetriebs für aktuelle Datenauswertung aus Radioteleskopen nutzen.¹¹³

An die Stelle der vormals durch analogen Rundfunk und vornehmlich deren Nachrichtenwesen hergestellten Gleichzeitigkeit zwischen Sendung und Empfang tritt in der digitalen Kommunikation das Zeitfenster namens "Echtzeit" und das *time-sharing* vernetzter *online* Nutzer als asynchrone Kommunikationsgemeinschaft bis hinunter zum sequentiellen Zeitmanagement *im* Computer selbst. Die Zeitform der digitalen Kultur ist damit eine implizit musikalische Orchestration. Allerdings erklingen hier weniger Streichertöne im Sinne harmonischer Schwingungen denn Techno-Beats im Sinne von Impulsen (das musikalische Feld ist traditionell in Melodie, Harmonik und Rhythmus ausdifferenziert). Dieser Rhythmus prägt die digitalisierte Gesellschaft. Die Kommunikationsbasis eines frühen computerbasierten Netzwerks - das "Community Memory"- Projekts von 1970 in San Francisco¹¹⁴ - waren Telephonleitungen und Modems, in denen die Daten mit einem zentralen Mainframe-Computer hörbar korrespondierten.

Ein Time-Sharing-Gesamtsystem wird von einem *Kommunikationsrechner* (wie es früher sehr direkt hieß) gesteuert, der den Informationsaustausch mit jedem Teilnehmer vom Zeitpunkt seines Anrufs an scheinbar ohne Unterbrechung - d. h. rechtzeitig (in *real time*) abwickelt."¹¹⁵

Digitale Kommunikation im nachrichtentechnischen Sinn bedeutet *time-sharing*. Dies erinnert an eine Urszene, das *momentum* der Telegraphie: Eine der ersten Anfragen, die 1844 im Morse-System in den Vereinigten Staaten zwischen Baltimore und Washington ausgetauscht wurden, lautete "What time is it", und die telegraphische Antwort: "One o'clock". Zeit war damit zugleich Inhalt und Botschaft des Mediums, das eine Uhrzeit nahezu ohne Verzug zu kommunizieren wußte.¹¹⁶ Was hier noch verbale Kommunikation von Zeit war, wurde später das technische Zeitsignal selbst. Die Botschaft des Mediums Telegraphie in seiner frühen, d. h. medienarchäologischen Phase, war eine Tempor(e)alität: die unverzüglich Kopplung von Sender und Empfänger im Zeitbereich. Jeder temporale Affekt ist im Sinne Marshall McLuhans taktil, gleich dem PING-Signal unter Wasser (das später im Internet zur reinen Metapher wird). In einem U-Boot erzeugt das Sonar-Gerät einen sonischen Impuls, der durch Hydrophone gesendet und dessen Reflexion an einem entfernten Objekt wieder empfangen wird, um aus der Laufzeitdifferenz des Signals Distanzen zu errechnen. Es gibt also eine Welt der kleinsten Wahrnehmungen, der *petites perceptions*, die allerdings nicht mehr (wie bei Leibniz um 1700) für

113 Siehe SETI@home Software

114 Siehe Stefan Höltgen, "All watched over by Machines of loving Grace". Öffentliche Erinnerung, demokratische Information und restriktive Technologien am Beispiel der »Community Memory«, in: Ramon Reichert (Hg.), Big Data. Analysen zum digitalen Wandel von Wissen, Macht und Ökonomie. Bielefeld (Transcript) 2015, 385-404

115 Ribbeck 1973, 1

116 Siehe Florian Sprenger, Medien des Immediaten. Elektrizität. Telegraphie. McLuhan, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2012

Menschensinne gilt, sondern Maschinenverstehen selbst ist, das mathematisch im Unbewußten (*nesciens*) rechnet.

Die medienarchäologische Bedingung für gelingendes Time-Sharing aber ist neben der Programmausführung ein mächtiger Zwischenspeicher (zunächst waren es Kern- und Magnetplattenspeicher). Damit dissimuliert diese Form von dialogischer Gegenwart ihre beständige Mitarchivierung. Archive, Bibliotheken und Datenbanken waren lange nur "off-line" nutzbar; *file-* und *time-sharing* war mit traditionellen kulturellen Speichern bislang nicht möglich. Seit Douglas Engelbart gibt es die Möglichkeit, eine zugrundeliegende Datenbasis mit mehreren Anwendungsprogrammen gleichzeitig zu nutzen. Time-Sharing bedeutet die (scheinbar) gleichzeitige Nutzung der Rechenzeit eines Prozessors durch mehrere Benutzer an Terminals.

So existiert keine unmittelbare Kommunikation zwischen den einzelnen Nutzern; vielmehr werden Daten und Programme, die anderen Teilnehmern zur Verfügung gestellt will, in bestimmter Form gekennzeichnet "und auf dem Magnetplattenspeicher der Time-Sharing-Anlage ausdrücklich, durch einen besonderen Befehl, abgespeichert"¹¹⁷. In einer Time-Sharing-Anwendung "kann jeder Teilnehmer so mit dem Rechner arbeiten, als ob dieser nur ihm allein zur Verfügung stände"¹¹⁸ - das ist Gegenwartsbetrug. Angeschlossen an algorithmengetriebene Kommunikationsmedien leben wir gar nicht mehr in der Gegenwart.

Ein Blick zurück auf das, was vor 50 Jahren mit dem Dartmouth-Time-Sharing-System als öffentliche Version in die Welt kam: Ursprünglich wurde es für individuelle Mensch-Computer-Interaktion entwickelt wurde, 1961 als IBM Compatible Time-Sharing-System, und 1964 für BASIC in Dartmouth.¹¹⁹ "Retro" meint im medienarchäologischen Sinne nicht schlicht Nostalgie nach einer noch haptisch erfahrbaren Rechnerwelt; der Rückblick auf Urszenen von Time-Sharing macht jene delikaten Rhythmen, die in heutigen Netzwelten hochfrequent geschehen, wieder analytisch durchschaubar. Mag sich die Rechengeschwindigkeit und Komplexität auch gesteigert haben; was fortwährend gilt - und damit eben noch nicht "historisiert" - ist die prozessuale Struktur dieser Zeitverwaltung. So sind wir gleichzeitig in einem historischen und unhistorischen Verhältnis zu jenen 50 Jahren, derer wir heute retro-aktiv gedenken.

Die Frage nach dem Verhältnis von Computern, Betriebssystemen und ihren Nutzern spitzt sich zu in Hinblick auf elektronische Zeitverwaltung und systembedingte Zeitkonflikte (etwa zwischen Rechenzeit und Userzeit). Die unterschiedlichen Interdependenzen von Zeitphänomenen und Computern scheinen auf: Wie vermitteln Analog- und Digitalcomputer Zeitprozesse auf ihren Oberflächen und verwalten diese zugleich auf ihren technischen »Unterflächen«? In welches kybernetische Gestell gerät der im kontinuierlichen Zeitfluß befindliche menschliche Körper bei der Konfrontation mit diskret getakteten Digitalcomputern? Wie realisieren Computer zeitabhängige Prozesse

¹¹⁷Ribbeck 1973: 7

¹¹⁸ Ribbeck 1973: 1

¹¹⁹ Siehe J. G. Kemeny / T. E. Kurtz, The Dartmouth Time-Sharing Computer System. Final Report, June 1967; <http://1.usa.gov/1SncBby>

der Natur als Simulationen? Die vertrauten kultur- und medienhistorischen Diskurse und Ereignisse stehen zu jenen Technologien der computerbasierten Zeitverwaltung in einem asynchronen Verhältnis.

Einer Grundthese computerarchäologischer¹²⁰ und medienarchäologischer Theoriebildung zufolge ist der Computer in dem Moment, wo er eingeschaltet ist, radikal gegenwärtig und kein historisches Objekt mehr. Operativ ist er immer im Jetzt und bildet damit einen markanten Kontrast zu den Versuchen seiner Historisierung. Die Aktualität scheinbar historischer Technologien artikuliert sich etwa im "Auswandern" des Time-Sharing von der Betriebssystem-Ebene in die Thread-Verwaltung modernster Mehrkern-Mikroprozessoren. Folgt das Modell des "universalen" Computers (die Turing-Maschine) dem Modell von Menschenzeit? Alan Turing hat 1937 diesen Automaten als einen Menschen mit Papier, Stift, Rechenanweisungen und *Rechenzeit* skizziert. Aus diesem Modell ist erst in der Folge ein technischer Apparat geworden.

Eine techniknahe Archäologie des Interrupts analysiert die Entwicklung derjenigen Technologie, welche die Interaktivierung des Computers erst ermöglicht hat, indem sie diesen mit der Möglichkeit versieht, sich im mikrozeitlichen Maßstab selbst bei seiner kontemplativen Rechenarbeit zu unterbrechen, um die Außenwelt und ihre Signale wahrnehmen und verarbeiten zu können. Nur aus einseitig historischer, anthropozentrischer Perspektive haben menschliche Zeitvorstellungen nach und nach das Hardware-Design beeinflusst, um aus bloßen Rechnern schließlich Computer mit ausdrücklichen Interfaces zum Menschen werden zu lassen. Tatsächlich macht dieser den angekoppelten Menschen subphänomenal zu seiner Zeitmaschine.

Die Sprache der ökonomischen Moderne heißt Betriebswirtschaft. Damit korrespondiert eine administrative Terminologie, wie etwa das "Register", das bis in die CPU der von-Neumann-Architektur des Digitalcomputers hineingreift. Damit ist die Theorie des Computers in eine Sackgasse geraten, nicht nur hochtechnisch, sondern auch epistemologisch. Längst sind andere Dynamiken an die Stelle der fordistischen Produktion getreten, in deren Metaphorik viele Kinderbucheinführungen bis heute den Computer, seine Architektur und seine Programmierung nahebringen. Erst ein Training in andere Begriffe macht eine andere Computerdiagrammatik denkbar.

TECHNOMATHEMATISCHE PHILOLOGIE ALS BEITRAG ZUR ARCHÄOLOGIE DIGITALER MEDIENKULTUR. Kritische Lesarten der Medienwissenschaft

Einleitung

Techniknahe Medienwissenschaft widmet sich nicht primär der kommunikationskritischen Analyse von Massenmedien, sondern den technischen Existenzweisen als solchen. Zu ihren Methoden gehört im Bouquet der Methodenvielfalt dezidiert auch die vor allem im englischsprachigen Raum,

¹²⁰ Siehe Stefan Höltgen, Open_ Ein Vorwort zur Computerarchäologie, in: ders. (Hg.), Shift - Restore - Escape. Retrocomputing und Computerarchäologie, Winnenden (CSW) 2014, 11-24

jüngst auch in Frankreich entdeckte¹²¹ Medienarchäologie sowie die mit ihr verschwisterte Medienphilologie.

Medienarchäologie erkennt signalverarbeitende Apparaturen in ihrer technomathematischen Wirklichkeit und geht ihren nicht-diskursiven Fügungen in einer dezidiert nicht-historistischen Form auf den Grund. Medienphilologie und Medienarchäologie sind Zwillingmethoden. Nicht von ungefähr wurzelt etwa Matthew Kirschenbaum, der mit seiner Monographie *Mechanism* die sogenannte "digitale Forensik" als neue überlieferungskritische Analyse des Zeitalters computativer Medien ins Bewußtsein gerufen hat, ausdrücklich in der Textwissenschaft.¹²²

Während Medienarchäologie den symbolischen und materialen Maschinen in ihrer technomathematischen Wirklichkeit auf den Grund geht, stellt Medienphilologie die logische Eskalation der klassischen Philologie dar. Das aus der Literaturwissenschaft vertraute *close reading* textueller Semantik verschiebt sich hin zur syntaktischen Grammatologie logischer Schaltpläne und Quellcodezeilen; an die Stelle von textgenetischer Historie treten Zeitdiagramme in ihrer realen elektronischen Verkörperung. Damit kommen textkritische Tugenden, wie sie aus der Diplomatik, also der Urkundenforschung als Hilfswissenschaft der Historie vertraut sind, für alphanumerische Textartefakte zum Zug. Diplomatik heißt eine stolze Hilfswissenschaft der Geschichtsforschung: die Urkundenkritik. Für materielle Diplomatik steht eine medienarchäologische Hermeneutik von Hard- sowie Software an. Indem besonders der algorithmengetriebene Computer weder auf seine widerspenstige physikalische Materialität noch auf das platonische Ideenreich reiner Logik reduziert werden kann, erfordert er - hier in Anlehnung an Eduard Gerhards klassische Definition des tatsächlichen Fachs Archäologen - "monumentale Philologie".¹²³

Wie die akademische Archäologie und die Editionswissenschaft sind auch Medienarchäologie und -philologie mit lückenhafter und fragmentierter Überlieferung in den Sektoren von Datenträgern konfrontiert. Was dem Leser digitaler Dateien als kohärenter Text auf dem Bildschirm erscheint, liegt tatsächlich verstreut vor. Von daher resultiert das Primat der archivischen Verwahrung von Software auf Disketten und Festplatten, gleich archäologischen Scherben von den Sektorimages als Quelle auszugehen.

Doch eine Software-Philologie soll im Unterschied zur klassischen Textphilologie beide Existenzweisen ihres Objekts – als statischer Quellcode *und* als zeitkritischer Prozess – berücksichtigen, in der Dualität von Schaltplan und Medienvollzug. Daraus resultiert eine Unschärferelation von Objekt und Prozess. Den Textbegriff überschreitet Software, insofern ihre Textualität die

121Siehe das Themenheft *Archéologie des média* von mcd = magazine des cultures digitales # 75, September / Oktober / November 2014

122Matthew Kirschenbaum, *Mechanism. New Media and the Forensic Imagination*, Cambridge, MA (The MIT Press) 2008

123Eduard Gerhard, ZUR MONUMENTALEN PHILOLOGIE. Vortrag vor der Philologenversammlung in Berlin im J. 1850, mit den damals aufgestellten Lehrsätzen: *Archäologischer Anzeiger* 1850, 203 ff.

operative Implementation in einer Maschine voraussetzt, als operative Diagrammatik, die – anders als ein Buch – selbst liest und schreibt.

Signale, Symbole, Materie: Feld und Grenzen der Philologie

Für G. W. F. Hegels Geschichtsphilosophie und Wilhelm Diltheys Geisteswissenschaft war das Verschweigen ihrer Zettelkästen geradezu konstitutiv. Doch im Unterschied zu einer bloßen Mediengeschichte der Philologie zielt deren Medienarchäologie auf eine andersartige Weise der Mobilisierung solcher Daten, nicht schlicht auf den historischen Nachweis der kulturtechnischen Implikation bisheriger philologischer Praxis.

Philologie meint zuallererst das genaue Hinsehen auf symbolisch kodierte kulturelle Artikulationen, das lesende Sehen. Neben den klassischen Texten auf Grundlage des phonetischen Alphabets gehört dazu neuerdings die kritische Lektüre von Schaltplanlogik und Kalkülen auf Seiten unserer elektronischen Kultur. Der Textbegriff wird um das "Lesen" von Schaltplänen als *diagrammatic reasoning* im Sinne von Charles S. Peirce erweitert. Dies umfaßt auch die algebraische Erweiterung des Schriftalphabets, also die Zahlen und Variablen der Mathematik. Aus Vilém Flussers Aufsatz "Die Auswanderung der Zahlen aus dem alphanumerischen Code"¹²⁴ leitet sich eine dezidiert neophilologische Medienkompetenz ab; tatsächlich hat die "open source"-Gemeinde und eine ganze Generation von Retro-Computerkennern die Philologie des Quellcodes nicht einer neuen Priesterklasse von Schriftkundigen überlassen, sondern schreibt und liest wieder auf der Ebene von Kommandozeilen. Die neue Philologie an der medienarchäologisch identifizierten Schnittstelle von Hard- und Software heißt Code Studies; gemeinsam mit dem Studium von Software und Plattformen bringt dies humanistische *close-reading*-Praktiken in Dialog mit rechnergestützten Methoden.¹²⁵

Die Antwort auf die Frage nach dem Textstatus von Quellcode aber ist nicht literaturwissenschaftlicher, sondern techno-mathematischer Natur. Der Algorithmus stellt einen neuen Typus von Artefakt dar, der zwar an sich nicht kein materielles Objekt ist, dennoch nicht auf eine rein symbolische Notationspraxis reduziert werden kann. Das, was Jacques Derrida als den "inneren Dämon des Apparates" beschreibt¹²⁶, ist ein Text, der in seiner maschinellen Interpretation (eben durch "Compiler" und "Interpreter") überhaupt erst zustandekommt.

Critical Code Studies resultieren in Medienphilologie; Medienarchäologie hingegen deckt - komplementär dazu - hinter dem Code die Materialitäten der

124 In: Dirk Matejowski / Friedrich Kittler (Hg.), *Literatur im Informationszeitalter*, Frankfurt a. M. / New York (Campus) 1996, 9-14

125 Anne Burdick / Johanna Drucker / Peter Lunenfeld / Todd Presner / Jeffery Schnapp, *Digital_Humanities*, Cambridge, MA (MIT Press) 2012, 51

126 Jacques Derrida, *Maschinen Papier. Das Schreibmaschinenband und andere Antworten*, Wien (Passagen) 2006, 145 [*Paris 2001: *Papier Machine*]

tatsächlichen Verschaltungen auf - womit die prinzipiell universelle Turingmaschine, "der" Computer, in den Plural seiner diversen tatsächlichen Implementierungen übersetzt wird, "die" Computer.¹²⁷

Die neuen Archive verlangen - von ihrer schrifttechnischen Natur wie von den neuen Sortieralgorithmen her - nach genuin *medienphilologischer* Erschließung. Quellcode stellt im Archiv der Gegenwart eine neue Quellengattung dar, deren kritische Philologie sich in der Ausbildung von Historikern und Literaturwissenschaftlern (auch eine Generation nach Friedrich Kittlers technischen Schriften) noch immer wenig herumgesprachen hat. Spätestens, seitdem Kittlers Programmierwerk selbst Teil eines Literaturarchivs (in Marbach am Neckar) geworden ist, ruft sich diese Einsicht wieder in Erinnerung.¹²⁸

Längst rufen *material cultural studies* (Mathew Kirschenbaum), *platform studies* (Ian Bogost) und *software studies* (Matthew Fuller) nach akademischer Verwirklichung im Rahmen von Medienwissenschaft.

Eine Fallstudie von "critical code studies" als angewandter Medienphilologie ist ein Buch zur Programmiersprache BASIC, dessen Titel bereits die Notwendigkeit einer neuen Lesekompetenz (nämlich von Kommandozeilen) verkündet: 10 PRINT CHR\$(205.5+RND(1)); : GOTO 10.¹²⁹

Was Medienarchäologie zur Flankierung solcher Medienphilologie dies- und jenseits der Buchstäblichkeit beisteuert, ist das methodische Rüstzeug: zum Einen die Mitberücksichtigung des prekären Verhältnisses von Hardware und Software (allen Urkundenforschern vertraut), zum Anderen durch die Betonung des mathematischen Elements in der kulturellen Archäologie.

Das altgriechische Alphabet suchte einst die Musikalität prosodisch artikulierter mündlicher Poesie durch explizite Einführung diskreter Vokalnotation zu emulieren; nun aber werden nicht nur phonetische Laute, sondern auch Klänge und Bilder kodiert - im alphanumerischen Code, dessen materiell-energetische Informationsträger elektrische Impulse sind. Und damit kommt die entscheidende Differenz von Medienphilologie zur klassischen Literaturwissenschaft ins Spiel: Medien selbst werden notwendig Philologen. Im abstrakten Computer, der Turing-Maschine, ist es ein ausdrücklicher "Lese- und Schreibkopf", der die Symbole auf dem unendlichen Band identifiziert.

Die Fragilität der elektronischen Inskription und die Bewahrung der Hardware: Für eine Medienphilologie technischer Speicher

Bedingung auch für medienphilologische Forschung ist die Stabilität und die autorisierte Bewahrung der Inskription. Das schnelle Verschwinden ihrer

¹²⁷ Ein Argument von Stefan Höltgen, Beitrag zur 10-Jahres-Feier der Medienwissenschaft an der HU Berlin, 16. Oktober 2013

¹²⁸ Diese editionswissenschaftliche Herausforderung erforscht Moritz Hiller in seiner laufenden Dissertation xxx

¹²⁹ Nick Montfort et al. (Hg.), 10 PRINT CHR\$(205.5+RND(1)); : GOTO 10, Cambridge, Mass. / London (The MIT Press) 2013

Urkunden ist die Herausforderung hochtechnischer Medienkultur an die klassischen Modelle kultureller Überlieferung. Datenspeicher sind längst keine Archive mehr, vielmehr ein fragiles System, welches auf permanente maschinelle Wiederauffrischung, dynamische Migration ihrer Formate oder gar die Emulation ihrer Betriebssysteme angewiesen ist. Der Verlust realer Analogspeicher im Zuge ihrer vollständigen Digitalisierung macht nachträgliche "forensische" Fragestellungen an diese unmöglich.¹³⁰ Digitale Medienphilologie ist buchstäblich auf Treibsand gebaut: Silizium.

Schreiben und Lesen stehen im Computer dicht beisammen. Die konkretesten medienaktiven Lese- und Schreiboperationen heißen hier "read only" und "random access"; diese Terminologie suggeriert noch eine philologische Vertrautheit, die sich als Medienwissenschaft weiterentwickelt. Kirschenbaum sieht die Forensik von digitalen Speichern in direkter Nachfolge textkritischer Tradition. Die Auslesung technischer Speicher stellt für eine wohldefinierte Philologie mikroprozessorbasierter Medien einen primären Forschungsgegenstand dar. Notwendig dazu ist die tatsächliche Öffnung des real existierenden Computers, nicht dessen bloße Dekonstruktion von Seiten der Textoberflächen. Jacques Derrida gesteht freimütig die Grenzen seiner Medienkritik, nämlich sein "Nichtwissen dessen, / was in der Nacht dieser Kiste geschieht"¹³¹. So hat auch Hegel einst von der "Nacht der Substanz" geschrieben - worauf Babbage mit der Konstruktion seiner Analytical Machine höchst transparent antwortete.¹³² Derrida registriert die durch Textverarbeitungs-Software bedingte Tendenz zum non-linearen Schreiben (copy & paste)¹³³, erwähnt aber nicht die bedingten Sprünge als Essenz des Programmierens - eine computerabgewandte "Grammatologie". Ferner ahnt der Philosoph zwar noch die Verschiebung vom Gedächtnis hin zum Speicher, zum Archiv anstelle der genetischen Kritik, doch ganz wie der Radiokritiker Heidegger nie die Rückwand seines Grundig Musikgeräts abgenommen hat, um sich wie Gilbert Simondon der Epistemologie der Elektronenröhre zu widmen¹³⁴, so kratzt auch Derrida nur an der Textoberfläche von Computern.

Aus der technischen Analyse von Magnetkernspeichern sowie eines RAM-Chips (etwa Intel 1103) resultiert das Plädoyer für eine Philologie technischer Speicher, im Bund mit Kirschenbaums durchaus editionswissenschaftlich gemeinter Medienarchäologie. Die Entwicklung einer hinreichenden Speichertheorie unterscheidet sich markant von den inzwischen zahlreichen Theorien zum "kulturellen Gedächtnis" und zur sozialen Erinnerung. Neben einer systematischen Auflistung unterschiedlicher Speicher muß diese Theorie eine Untersuchung der Speicherfunktionen und eine medienepistemologische

¹³⁰Siehe Horst Völz, Grundlagen und Inhalte der vier Varianten von Information. Wie die Information entstand und welche Arten es gibt, Wiesbaden (Springer Vieweg) 2014, § 2.3. "Information und ihre Träger", 18f, sowie § 2.4. "Informat einer Schallplatte", 20f

¹³¹ Derrida 2006: 145

¹³² Siehe Friedrich Kittler, Die Nacht der Substanz. Vortrag im Kunstmuseum Bern, Bern (Benteli) 1989

¹³³ Derrida 2006: 146

¹³⁴ Siehe W. E., Das Radiotier, in: Zoologikon. Festschrift Thomas Macho, München (Fink) xxx, xxx-xxx

Betrachtung des Speicher(n)s als Akt leisten. Not tut in diesem Zusammenhang ein *close reading* der konkreten Speichertechnologien.

Ladungen von Magnetkernspeichern lassen sich durch Ferrofluide identifizieren, nach dem Vorbild der Sichtbarmachung von Tonbandsignalen. Das ist eine buchstäblich *Signalphilologie* - auch wenn der Begriff fast ein Oxymoron darstellt, denn Signal (Nachrichtentechnik) und Symbol (Semiotik) werden bestenfalls bei Peirce und Umberto Eco zusammengedacht.

In der praktischen Informatik meint Disassemblierung die "forensische" Auslesung eines Codes aus dem Random Access Memory etwa einer frühen Computerspielkonsole, also buchstäbliche Medienphilologie von Hardware - gerade als Konkretisierung von philosophischer Dekonstruktion. Dies leisten etwa die Aperture Laboratories in einem buchstäblich medienarchäologischen Akt.¹³⁵

Technomathematik: Die Wiedereinkehr von Philologie für die neuesten Medien

Die klassischen "Analogmedien" (Photographie, Grammophon, elektronisches Radio und Fernsehen) stellten zunächst eine radikale Herausforderung der Philologie gegenüber dar, da sie nicht Buchstaben verketteten, sondern Signale speichern und übertragen - was ein anderes analytisches Wissen forderte, etwa die Schwingungslehre Fouriers. Doch die List der kalkulierenden Vernunft ließ den eigentlichen Gegenstand der Textphilologie, nämlich den geschriebenen Buchstaben, wieder einkehren, wenngleich in einer gewandelten Form: den alpha-numerischen Code. Auch hier gibt es wieder Alphabete und Wörter, reduziert jedoch auf binäre Werte und *words* als Ketten derselben.

Nach einer Epoche hochtechnischer Analogmedien, die Anlaß zur Entstehung von Medienwissenschaft selbst gaben (Marshall McLuhans Klassiker *Understanding Media* von 1964), vor allem aber in Gestalt von Radio und Fernsehen elektromagnetische Signalwelten darstellten, ist die Wiedereinkehr des Codes in die aktuelle Medienkultur unerwartet und bestenfalls dialektisch als List der computativen Vernunft erklärbar. Weltgeist heißt hier mathematische Berechenbarkeit, und Geisteswissenschaft wird zur *mathesis*.

Nachdem Philologie für die Analyse von Signalverarbeitung in technischen Analogmedien wie Radio und Fernsehen unzuständig war, erlebt die digitalisierte Kultur den Source-Code als die Wiedereinkehr des alphabetischen *logos* in den technomathematischen Medien.

Die Liebe zum Buchstaben wurde einst durch signalverarbeitende Technologie herausgefordert. Die aktuelle Medienkultur ruft erneut zur buchstäblichen Entzifferung auf; jetzt aber als "Liebe zur Ziffer" (Arndt Niebisch¹³⁶).

¹³⁵Siehe <http://adamsblog.aperturelabs.com/2013/01/fun-with-masked-roms.html>; Abruf 10. Juli 2014

¹³⁶ Arndt Niebisch, Die Liebe zur Ziffer, in: Pál Kelemen / Ernó Kulcsár Szabó / Àbel Tamás (Hg.), Kulturtechnik Philologie. Zur Theorie des Umgangs mit Texten, Heidelberg (Universitätsverlag

Die Rephilologisierung signalspeichernder Medien

Zunächst stellten die signalspeichernden Technologien Photographie und Phonographie die radikalste Herausforderung an die bisherige Textphilologie dar. Denn hier schreiben sich keine buchstäblichen Worte, sondern indexikalische Spuren als chemische Lichteindrücke oder Schallellen in ihrer schieren Physikalität. Im Englischen meint der Begriff *record* in schöner Mehrdeutigkeit einerseits die archivische "Urkunde" im klassischen Textsinn, ebenso konkret aber auch den Tonträger.

Lange Zeit waren solche Signale für Philologenaugen unlesbar, und solche Aufzeichnungen in Archiven verstummt.

Die schallanalytische Methode des Phonetikers Eduard Sievers zur Deutung literarischer Texte, die der gängigen "Augenphilologie" eine ausdrückliche "Sprech- und Ohrenphilologie" zur Seite stellte, war - trotz seiner Zurückweisung phonographischer Aufnahmeapparaturen - bereits von deren Techno-Epistemologie geprägt.¹³⁷

In der Inkubationszeit des neuen Mediums Phonographie wurde die Frage, ob Aufzeichnungen auf Tonträgern philologisch oder ganz anders zu lesen sind, zu einer Rechtsfrage des Copyright, so daß der Edison-Zylinder eine Herausforderung an den bisherigen Schriftbegriff darstellte. Signalaufzeichnung *versus* symbolischer Kodierung prallten hier aufeinander; die eine ist auf Sinneswahrnehmung, die andere auf Lektüre angelegt. War das neue Medium noch im vertrauten Rechtsrahmen buchstäblich zu *kontextualisieren*, oder stellte eine phonographische Aufnahme, deren Nadelkurven Adorno später noch metaphorisch als Schrift bezeichnete¹³⁸, gegenüber den urheberrechtlich geschützten Texten der Lyrik und der musikalischen Notation ein grundsätzlich anderes technisches Dasein dar?¹³⁹

Als mediengeschichtlich erste technische, nicht schlicht symbolische Stimmaufzeichnung galt lange Zeit das Kinderlied "Mary had a little lamb" durch Thomas Alva Edisons Zinnfolien-Phonographen Ende 1877. *Arché* als Kernbegriff von Medienarchäologie aber meint nicht primär den historischen

Winter) 2011, 165-183

137 Wolf Kittler, *Literatur, Edition und Reprographie*, in: DVjS Heft 1 / 1991, 205-235 (221), über: Eduard Sievers, *Über Sprachmelodisches in der deutschen Dichtung [1901]*, in: *Rhythmisch-melodische Studien. Vorträge und Aufsätze (1912)*, 57-77

138 Siehe Theodor W. Adorno, *Nadelkurven*, in: ders., *Gesammelte Werke*, Bd. 19: *Musikalische Schriften VI*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1984, 525-529

139 Lisa Gitelman, *Recording Sound, Recording Race, Recording Property*, in: Mark M. Smith (Hg.), *Hearing History. A Reader*, Athens / London (Univ. of Georgia Pr.) 2004, 279-xxx (279) [= Auszug aus: Lisa Gitelman, *Scripts, Grooves, and Writing Machines. Representing Technology in the Edison Era*, Stanford (Stanford UP) 1999

Beginn, sondern das Prinzip. Die tatsächlich früheste Tonaufzeichnung nämlich ist uns im Sinne der Quellenkunde des Historikers Johann Gustav Droysen als "Überrest", d. h. als Akt unabsichtlicher Überlieferung durch Léon-Scotts "Phonautographen" auf einem kymographischen Zylinder gegeben. Stimmaufzeichnungen dienten damals dem alleinigen akademischen Zweck der phonetischen Analyse. Erst hochtechnische Medien selbst als aktiven Archäologen vermochten nachträglich diese graphischen Kurven wieder als Stimmen zu entbergen, als Resonifikation der phonautographischen Schallbilder durch Patrick Feaster und den Radiohistoriker David Giovannoni mittels optischer Einlesung, vor allem aber passenden Filteralgorithmen als Kunst der Digitalen Signalverarbeitung. Zunächst ist die Botschaft des Klangaufzeichnungsmediums der Meßton selbst: Scotts Aufnahme eines Stimmgabeltons mit Hertz 435 aus dem Jahr 1859. Sodann erklingt auch wieder ein Kinderlied aus der Aufnahme Léon-Scotts vom 8. April 1860 in Paris: "Au clair de la lune, Pierrot répondit ..." ¹⁴⁰

Was wie die analoge Abtastung der Schallbilder mit einer "virtuellen, digitalen Grammophonadel" ¹⁴¹ erscheint, ist tatsächlich eine Abtastung der neuen Art: digitales Sampling. Der Schauplatz des Signals ist die Zeitachse; als Frequenzen angeschrieben (der komplexe Kehrwert kontinuierlicher Schwingungen) aber wird diese Zeit geometrisiert zur numerischen Matrix. Genau diese Matrix ist die Textur des digitalen Speichers und fällt damit erneut in den Kompetenzbereich von aktueller Philologie.

Eine solchermaßen nur durch Medientechnik zu erspürende und zu entbergende Klangwelt führt zu einem erweiterten Begriff der aus den philologischen Wissenschaften vertrauten textkritischen Methode - hin zu einer veritablen Signalkritik, die nicht mehr nur von menschlichen Wissenschaftlern, sondern ebenso von Meßmedien selbst und den ihnen zugeordneten Algorithmen geleistet wird.

Ist eine medienphilologische Hermeneutik möglich?

Im emphatischen Sinne steht Philologie im Bund mit dem Kernverfahren der gerade durch die Medienwissenschaft verabschiedeten Geisteswissenschaften: der Hermeneutik. Hermeneutik löste einst als Begriff die rein textkritische *Auslesungskunst* durch eine *Auslegekunst* ab. Lauffähige, also implementierte Algorithmen im Computer aber tun das, was sie behaupten, eindeutig. Sind Critical Code Studies das Ende der philologischen Hermeneutik und erziehen vielmehr zu einem anderen Begriff von Text? Quellcode versagt sich nicht selten unserem Verständnis. Dies ist weniger den Codezeilen selbst als uns anzulasten, wie wir sie schreiben und lesen. Es war vornehmlich das Anliegen von Philologie, Techniken und Verfahren zu entwickeln, das Unverständliche an Zeichenketten überhaupt erst verständlich zu machen. Doch Kommentare,

140 *Online* unter: <http://www.firstsounds.org/sounds/1860-Scott-Au-Claire-de-la-Lune-09-08.mp3>

141 Harald Haack, Die erste Klangaufzeichnung. Eine Audiografie, *online* <http://newsbattery.blogspot.de/2008/05/07/die-erste-klangaufzeichnung-eine-audiografie>

Parallelstellen, Interpretationen, Erörterungen etc. leisten in Quellcodes mehr als lediglich eine "Verdopplung" des Textes.

Der "Indexer", mit welchem der digitale Nachlaß Friedrich Kittlers im Deutschen Literaturarchiv zu Marbach am Neckar derzeit suchmaschinenhaft erschlossen wird, erlaubt die gezielte Extrahierung seiner Kommentare zu dem von ihm geschriebenen Quellcode seiner operativen Texte. Interessiert sich das philologische Archiv wieder nur für den "literarischen" Anteil?

Läßt sich eine medienphilologische Hermeneutik als kulturelle Technik retten, die jenseits von Gadammers "Horizontverschmelzung" liegt? Ist ein Verständnis technomathematischer Texte möglich, das sich nicht auf das Medium als Botschaft (McLuhan) reduziert? Hermeneutik vermutet hinter den Buchstaben als symbolischen Operatoren den Geist; Informatik aber erkennt vor allem die Syntax. Das sich damit eröffnende oszillierende Feld zu erkunden ist Aufgabe der Medienwissenschaft.

Zwischen Monument und Dokument: Medienarchäologie als "monumentale Philologie" (Eduard Gerhard)

Es ist die textkritische Unerbittlichkeit der Philologie, von welcher Medienarchäologie lernt, ebenso wie von den Tugenden der altehrwürdigen, sogenannten "Historischen Hilfswissenschaften."

Historiker transformieren isolierte, also monumentale Urkunden aus den Archiven der Vergangenheit gewöhnlich in Dokumente; das historiographische Verfahren dafür ist deren narrative Kontextualisierung. Demgegenüber lautet die Alternative, solchermaßen diskrete Textbefunde im Sinne Foucaults *archäologisch* zu lesen - d. h. Serien zu bilden. Auch die Praxis der akademischen Archäologie verwandelt "historische" Evidenz in *calcul* (Zahlen statt Erzählung) und strebt nach positiven Details, und präzisen Daten.

Archäologie hat es mit Daten vergangener Kultur als Materialitäten zu tun.¹⁴² Sie erträgt es dabei gleich guter Editionswissenschaft, den Lücken als solche ins Auge zu schauen, ohne sie gleich mit dem inneren Auge der historischen Imagination oder mit Buchstaben zur kohärenten Geschichte zu füllen.

Verschärft gilt für die Analyse eines technologischen, mithin: medienphilologischen Dokuments, daß sie zwischen seinem Status als physikalischer Gegenstand und seiner "geistigen" Deutung oszilliert. Geisteswissenschaftler, so Erwin Panofsky, "<...> are concerned with books and statues not in so far as these books and sculptures exists materially, but in so far as they have meaning."¹⁴³ Das Gegenstück dazu sind die Monumentalwissenschaften.

142 Siehe Oswald Spengler, *Frühzeit der Weltgeschichte*, München (Beck) 1966, Einleitung, xv

143 Erwin Panofsky, *Meaning of the Visual Arts*, Chicago, Il. (University of Chicago Press) 1955, 14

Dilthey forderte einst Archive für Manuskripte der deutschen Literatur. Philologie aber steht nicht nur mit dem Archiv im Bund, sondern ebenso mit der Archäologie - was in Michel Foucaults *Archäologie des Wissens* keinen Widerspruch, sondern die andere Seite dergleichen Münze darstellt (*Archivologie*). Dementsprechend ist auch Medienphilologie ist die Zwillingsschwester der Medienarchäologie. Medienarchäologie nimmt ihren Ausgangspunkt bei den "medialen Bedingungen der Philologie", wobei darunter durchaus medialer Materialismus verstanden sein darf. An der Berliner Universität war es tatsächlich ein Archäologe, nämlich Eduard Gerhard, der seine Disziplin Mitte des 19. Jahrhunderts als "monumentale Philologie" definierte. Diesen Begriff möchte ich im Sinne von Medienphilologie für den medienwissenschaftlichen Diskurs reaktualisieren.

Die medienarchäologische Variante der Dokumentationswissenschaft¹⁴⁴ ist die Monumentalwissenschaft: Hardwarekritik im Sinne von Kirschenbaums *Mechanism* (2010), doch auch schon im Sinne von Gerhards "monumentaler Philologie".

Zum Verhältnis der Archäologie zur Philologie schreibt Gerhard: „Die Denkmälerforschung des klassischen Alterthums muss von dessen litterarischer Kenntniss ausgehn, auf welcher die im engeren Sinn sogenannte *Philologie* beruht; ihren monumentalen Theil bearbeitet auf philologischer Grundlage der *Archäolog* <...>“¹⁴⁵; für Computerarchäologie heißt dies unerbittlich, die monumentale Hardware von der philologischen Software her zu verstehen.

Ganz diskurspraktisch institutionalisierte Gerhard an seiner Berliner Universität den „archäologischen Apparat“¹⁴⁶ - was im heutigen Kontext dem Signallabor und dem Medienarchäologischen Fundus entspricht.

Zwischen Monument und Philologie steht die Epigraphik: eine Disziplin, die das Textarchiv der Vergangenheit als Bild zu sehen (und nicht nur dekodierend zu lesen) lehrt. Die Präzision der Monumentalen Philologie ist gekoppelt an den *medienarchäologischen* Blick.

In diesem Zusammenhang steht eine Wiederentdeckung der sogenannten Historischen Hilfswissenschaften zum Zweck künftiger Medienphilologie an. Dazu gehört vor allem die Diplomatik als Urkundenkritik, die nicht erst an den semantischen Inhalten, sondern an der Materialität der Urkunde ansetzt, so wie die Paläographie die Schrift selbst zum Thema macht.¹⁴⁷

144 Siehe Niels Windfeld Lund, Document, text and medium: concepts, theories and disciplines, in: Journal of Documentation, vol. 66, issue 5 (2010), 734-749

145 Eduard Gerhard, Grundriss der Archäologie. Für Vorlesungen nach Müllers Handbuch, Berlin (Reimer) 1853, 4

146 Siehe Eduard Gerhard, Über archäologische Sammlungen und Studien. Zur Jubelfeier der Universität Berlin, Berlin 1860

147 Siehe Martin Gierl, Geschichte als präzisierte Wissenschaft. Johann Christoph Gatterer und die Historiographie des 18.

jahrhunderts im ganzen Umfang, Stuttgart (frommann holzboog) 2012

DIE INSISTENZ KYBERNETISCHEN DENKENS

Eine *machina speculatrix* vorweg

Weil *im* und *als* Medientheater die Medien selbst die Hauptdarsteller sind, aktualisiert sich das kybernetische Denken am Überzeugendsten in Form seiner technologischen Verkörperung. In der Elektrowerkstatt der Medienwissenschaft an der Humboldt-Universität zu Berlin, in kundiger Anleitung und -lötung durch Ingolf Haedicke, hat Juliette Bal eine medienarchäologische Replik eines Roboters, der legendären "Schildkröte" des Neurologen William Grey Walter von 1951 erschaffen, die *Tortoise Juliette*, als operativer Beweis der These, daß aus der Verbindung einer kleinen Zahl von Neuronen im Hirn respektive elektromagnetischer Relais komplexes Verhalten emergiert.

Das Wissenswerte daran ist nicht allein das Verhalten des Nachbaus an sich, sondern die vielen Friktionen, die sich nicht schon im logischen Schaltplan erschließen, sondern erst dann, wenn er in die mechanische und elektrotechnische Welt gesetzt wird.

Dieses Gerät orientiert sich an einer Lichtquelle, weiß aber auf diesem Weg geradezu methodisch auf Hindernisse zu reagieren. Daß adaptive Maschinen *ebenso* auf analoger Elektronik wie auf dem konkurrierenden Modell der mathematischen Berechnung durch Computer beruhen können, kennzeichnet einen Grundkonflikt, einen grundsätzlichen Dualismus der Kybernetik, der an Aktualität nicht verloren hat.

Untot: Das Nicht-Historisierbare an der Kybernetik

Die Kybernetik ist eine untote. Begriffe wie der "Cyborg" sind fast synonym mit der Zustandsbeschreibung aktueller Mensch-Maschinen-Kopplungen geworden; vergessen aber ist zumeist die buchstäblich darin aufgehobene Kybernetik. Medienarchäologie geht ihrer Geltung auf den Grund.

"Müsste man ein zentrales Konzept, ein erstes Prinzip für Kybernetik nennen, so wäre es 'Zirkularität' ... Heute kann vielleicht 'Rekursivität' ersetzt werden", steht bei Heinz von Foerster geschrieben.¹⁴⁸ Dies spiegelt sich geradezu modellhaft in Konrad Zuses Entwurf der Montagestraße SRS 72 für eine Maschine, die sich selbst nachbauen kann. Ein solcher Selbstaufbau betrifft aus epistemologischer Sicht nicht nur den Grundgedanken, sondern die Epoche der Kybernetik selbst. Dabei geht es nicht darum, aktuelle Paradigmen auf die Vergangenheit der Kybernetik rückzuprojizieren, um sich die Autorisierung durch Geschichte zu verschaffen¹⁴⁹ - im Gegenteil. Die Verbindungen technischer und technologischer Art über historische Distanz hinweg sind Schaltungen: keine Geschichten, sondern Kurzschlüsse.

148 Wissen & Gewissen, Frankfurt / M. 1993, 72 f.

149 Ein Argument von Thomas Nückel, unter Bezug auf Friedrich Kittler, Spiele des Wahren und Falschen [*1994], Wiederabdruck in: ders., Short Cuts, Frankfurt a. M. (Zweitausendeins) 2002, 31-40 (34 f.)

Horst Völz stellte aus Anlaß des 90. Geburtstags von Georg Klaus die Frage: "Ist Kybernetik nur noch Nostalgie?"¹⁵⁰ Kybernetik ist nicht vollständig aufgegangen in der Wissensgeschichte, sondern es bleibt an ihr etwas Unhistorisierbares. *Wissensgeschichte*¹⁵¹ schüttet das epistemologische Kind mit dem Bade der diskursiven Kontextualisierung aus¹⁵²; die alternative Schreibweise heißt *Wissensarchäographie*.

Die Medientheorie der Gegenwart steht zur klassischen Kybernetik keineswegs in einem bloß historischen Verhältnis. Dieser Bezug läßt sich vielmehr in anderen Tempi des techniknahen Wissens, die keine Geschichtsfiguren sind, formulieren. Die Mediensysteme der Gegenwart stehen zum kybernetischen Denken in einem weitgehend gleichursprünglichen Verhältnis.

Die Frage-Stellung einer "Aktualisierung kybernetischen Denkens" ist gewissermaßen autoexekutiv gemeint, denn sie impliziert den Selbstaufwurf. Gegenüber dem kartesischen Denken des trivialen Automaten führte Kybernetik eine nicht länger lineare, vielmehr spiralförmige Temporalstruktur ein, die Figur des "zirkulären" oder "kausalen" Feedback¹⁵³. Dies regt dazu an, kybernetisches Denken nicht seinerseits einem historistischen Zeitbegriff zu unterwerfen. Thematisch wird daher nicht die Kybernetik als zu großen Teilen diskursiv abgeschlossene Epoche, sondern die Aktualität kybernetischen Denkens.

"Ist die Kybernetik als Diagrammatologie rekonstruierbar?" fragte Sybille Krämer 2005. Kybernetisches Denken ist im Sinne von Peirces Begriff des *diagrammatic reasoning* verkörpert in Schaltplänen ebenso wie in den Argumenten der Texte. *Cybernetic reasoning* ist gleichursprünglich wie ein wieder in Vollzug gesetzte integrierte Schaltung aus der Epoche erster Mikroprozessoren. Das kybernetische Denken als operative Diagrammatik, verkörpert als rückkopplungsfähige Sensoren zur Außenwelt, ist aktuell im Sinne der Einsenkung in die gegenwärtige Welt. *Embedded computing* meint einerseits konkrete Elektrophysik, die symbolischen Ordnung der Programmierung andererseits.

150 In: Klaus Fuchs-Kittowski / Siegfried Pietrowski (Hg.), *Kybernetik und Interdisziplinarität in den Wissenschaften*, Berlin (trafo) 2004

151 Lydia H. Liu, *The Cybernetic Unconscious: Rethinking Lacan, Poe, and French Theory*, in: *Critical Inquiry* 36 (Winter 2010), 288-320

152 Lacan bezog sich auf Georges T. Guilbaud, *Leçons sur les éléments principaux de la théorie mathématique des jeux*, in: *Stratégies et Décisions économiques: Études théoriques et applications aux entreprises*, ed. Centre National de la Recherche Scientifique (Paris, 1954), 2.6 -2.10, 1-29; ferner auf John von Neumanns Spieltheorie, sowie Warren McCulloch / Walter Pitts, *A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity*, in: *Bulletin of Mathematical Biophysics* 5 (1943), 115-133

153 Yuk Hui, *Preface: The Time of Execution*, in: Helen Pritchard / Eric Snodgrass / Magda Tyzlik-Carver (eds.), *DATA browser 06: Executing Practices*, New York, NY (Autonomedia) 2017, 23-31 (26), unter Bezug auf einen Text von Gilbert Simondon aus den frühen 1960er Jahren : *Technical Mentality*, in: *Parrhesia* 7 (2009), 17-27 (18)

Das Cover des von Helmar Frank herausgegebenen Bands *Kybernetik. Brücke zwischen den Wissenschaften* zeigt die "Überlagerung von Neuron und Schaltplan".¹⁵⁴ McCullochs Einsicht in die diskreten Operationsweisen von Neuronen führten zur diskursiv mithin wirkungsmächtigsten kybernetischen Metapher des Computers als "Elektronenhirn", gründete ihrerseits jedoch in einem höchst unmetaphorischen Meßverfahren: Keith Adrians Einsatz der Elektronenröhre zur Verstärkung der schwachen physiologischen und neurologischen Meßsignale (nach dem Vorlauf von Nervenlaufzeitmessung durch kymographische Physiologie im 19. Jahrhundert).

["Neurophysiology received an impetus [...] in the 1920's, when Adrian [...] developed and exploited methods for recording the activity of single neurons and sensory receptors"¹⁵⁵; unerwähnt bleibt hier die technische Ermöglichung.]

Kybernetisches Denken gründet zum Einen in einer Episteme, und zum anderen in konkreten technischen Dingen.

Die Terminologie der klassischen Kybernetik unterlag zwischenzeitlich metonymischen Verschiebungen: "Multimedia, Telepräsenz, Virtualität lauten heute die Stichworte [...]. Wie ein Fossil aus einer anderen Zeit wirkt da ein Lexikon [...] der Kybernetik. Aber man täusche sich nicht. Selbst 'cyberspace' kann man nachschlagen, um zu erfahren, wie unaufhaltsam sich die Menschheit auf ihrem Weg 'towards a cybernetic culture' fortbewegt."¹⁵⁶

Im ubiquitären Mikrocontroller ist die kybernetisch diagnostizierte Transformation von der Überwachungs- in die Kontrollgesellschaft praktisch vollzogen, nämlich zum selbststeuernden Alltag geworden. Tatsächlich aktualisiert sich das kybernetische Denken höchstselbst: unwillkürlich, geradezu rekursiv. Denn was sonst sind die aktuelle Modelle von Profiling und Predictive Analytics im gegenwärtigen "Mining" von "big data" anderes als feedbackgetriebene Algorithmen.

Kybernetische Diagrammatik findet heute überhaupt erst zu ihrer Vollendung. Was im Rahmen der Informationsästhetik von Abraham Moles und Max Benses generativer Ästhetik noch primär analytischer Gegenstand war, nämlich die mathematische Vorhersehbarkeit räumlicher Verteilungen (*alias* Malerei) und zeitlicher Serien (*alias* Musik) als Kriterium der ästhetischen Ordnung im Anschluß an Birkhoff, wird durch die algorithmischen Verfahren der Audio- und Videokompression als Dateiformat MP3 und MPEG tagtäglich praktiziert: die auf die menschliche Wahrnehmung bezogene Eliminierung maskierter Töne¹⁵⁷,

154 5. Auflage, Frankfurt am Main (Umschau) 1965. Dazu Vachliotis 2012, Legende zur Abb. S. 31. Siehe auch K. Schmidt-Brücken, Hirnzirkel. Kreisende Prozesse in Computer und Gehirn. Zur neurokybernetischen Vorgeschichte der Informatik. Bielefeld (transcript) 2012

155 Haldan Keffer Hartline, Visual Receptors and Retinal Interaction, in: Science, Bd. 164, 270- (270)

156 Rezension von: Charles François, International Encyclopedia of Systems and Cybernetics, München (K. G. Saur) 1997, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung, 18. Dezember 1997, Nr. 294, 10

157 Entwickelt 1982 von Fraunhofer Institut für integrierte Schaltungen in Erlangen, 1989 von der Motion Picture Expert Group weitergeführt. Zum

sowie die Heraus- oder Vorausrechnung von Redundanz in der Videobildkomprimierung.

[Ein guter Teil der aktuellen Forschung zur klassischen Kybernetik ist nicht schlicht ein *episodisches* wissenschaftsgeschichtlichen Interesses¹⁵⁸, sondern Symptom einer "continued relevance of cybernetics to our contemporary technological landscape and our thinking about technology."¹⁵⁹ Kybernetik insistiert nicht als Episode (diskursiv ist sie weitgehend historisiert), sondern als *epoché*, als Fortwähung ihrer Epistemologie und Praxis. In diesem strengen Sinne ist sie nicht historisch, sondern "klassisch".]

"Für die wenigen, die sich noch in den Archiven umsehen," - und genau dazu ruft der Nachlaß des Paderborner Instituts für Kybernetik auf - "drängt sich die Ansicht auf, unser Leben sei die verworrene Antwort auf Fragen, von denen wir vergessen haben, wo sie gestellt wurden", heißt es bei Peter Sloterdijk.¹⁶⁰ Kybernetisches Denken gilt solange nicht als "historisiert", nicht kanonisch geschlossen, wie sie ein offenes Archiv bietet für reaktualisierende Anschlußstellen. Die Kunst in der Durchforstung eines Nachlasses wie des Instituts für Kybernetik liegt darin, das Platonische *ekphainestaton*, also "das, was durchscheint", zu identifizieren, und medienepistemologische Funken daraus zu schlagen, um es entweder technisch oder diskursiv wieder einzuspeisen. Der Rest mag gerne historisiert werden.

Der Plan, kybernetisches Denken unter dem Aspekt von Medienwissenschaft gleichzeitig archivisch aufzuarbeiten und zu reaktualisieren, korreliert mit der Diagnose Sybille Krämers von Kybernetik als "Programm, dessen Erfolg sich in seinem Verschwinden zeigt"¹⁶¹. Was sich hier offenbart, *ist* "Medientheorie avant la lettre" (Krämer ebd.). Der Aufruf, der Historisierung von Kybernetik als Episteme zu widerstehen, ist dialektisch gedacht. Zuvorderst steht selbstredend eine radikale Historisierung der Kybernetik an, denn - wie auch alle Technologien selbst - bedarf es der Begründung ihrer Kontingenzen auf der Basis des Urkunden-Archivs. Doch diese Kontextualisierung soll sich nicht in Wissenschaftsgeschichte erschöpfen; deren exakte Rekonstruktion hat vielmehr die Funktion, um demgegenüber umso genauer das herauszupräparieren, was fortwährt - die zeitinvariante Geltung quer zur diskursiv-relativen Varianz.

Ein Appell aus der heroischen Epoche der Kybernetik: die GrKG

psychoakustischen Modell siehe Sterne 2006

158 Etwa Claus Pias, *Zeit der Kybernetik - Eine Einstimmung*, in: ders. (Hg.), *Cybernetics - Kybernetik. Die Macy-Konferenzen 1946-1953, Bd. 2: Essays und Dokumente*, Zürich / Berlin (diaphanes) 2004, 9-42

159 Christopher Johnson, *Analogue Apollo: Cybernetics and the Space Age*, in: *Paragraph 31:3* (2008) 304-326 (305)

160 Peter Sloterdijk, *Regeln für den Menschenpark. Ein Antwortschreiben zum Brief über den Humanismus - die Elmauer Rede*, in der vom Autor autorisierten Version in: *Die Zeit* v. 16. September 1999

161 Sybille Krämer, *Einführung zum Workshop Travestien der Kybernetik. Die Macy-Konferenzen und ihr Einfluß*, Tesla Salon sowie Institut für Philosophie der Freien Universität Berlin, 25. Juni 2005

Die Zeitschrift *Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft* (GrKG), dereinst herausgegeben von Max Bense, Helmar Frank, Gotthard Günther, Rul Gunzenhäuser, Abraham Moles und Elisabeth Walther, nun redigiert von Stefan Höltgen und Jan Claas van Treeck, würde heute sicher "Algorithmic Humanities und Life Science" heißen. Unter aktuellen Perspektiven von Computistik, Systemtheorie, Neuroinformatik und weiterer sogenannter "Lebenswissenschaften" erscheinen die Begriffe der Kybernetik in einem anderen epistemologischen Licht. Zentrale Anliegen der Kybernetik waren von jeher die Allianz von digitaler Signalverarbeitung und Neurobiologie, die Fokussierung auf zeitkritische Prozesse durch Mensch und Maschine hindurch. Gerade die aktuelle "post-digitale" Wiederentdeckung des Analogens ruft diesen Ansatz wieder auf.

["Wo sich die Kybernetik bis zu ihrem Niedergang in der öffentlichen Wahrnehmung etabliert hatte, blieb sie auch weiterhin bestehen. Das sichtbarste Beispiel ist das MPI für biologische Kybernetik, das bis heute existiert. Auch an der TU München blieben nach dem Ende des Sonderforschungsbereichs eine Forschungsgruppe Kybernetik am Institut für Nachrichtentechnik und ein Studienplanmodell Kybernetik bestehen. [...] Einzelne Lehrstühle und Institute führen das kybernetische Wissen und die spezifische Art zu arbeiten bis heute fort, allerdings in den seltensten Fällen unter dem Namen 'Kybernetik'. Meist sind für das Arbeitsgebiet neue Titel geprägt worden, die aber einen vergleichbaren Inhalt beschreiben, der sich kontinuierlich aus der Kybernetik herausentwickelte"¹⁶² - oder vielmehr diskontinuierlich im Sinne einer Rekursion. Als aktuelles Beispiel nennt Aumann das Exzellenzcluster *Biologische Signalstudien 34 (bioss) - von der Analyse zur Synthese* in Freiburg. "Durch solche Institutionen ist das kybernetische Wissen implizit erhalten geblieben, die Kybernetik als Wissenschaft ist aber untergegangen" (Aumann ebd.).]

Helmar Franks *Kybernetische Pädagogik* hält ausdrücklich am Begriff der "geisteswissenschaftlich-verstehenden Disziplinen" gegenüber den rein kalkülisierenden Wissenschaften fest.¹⁶³ Aufgabe einer aktuellen Geisteswissenschaft ist es, die algorithmischen Prozeduren als verobjektivierte Manifestationen des Geistes selbst (Hegel) zu "verstehen".

[Die GrKG subsumiert ihre verschiedenen Gegenstandsbereiche - Informationspsychologie, Kognitionsforschung, Informationsästhetik, kybernetische Pädagogik, Sprachkybernetik, Wirtschafts- Sozial und Rechtskybernetik, Biokybernetik, Ingenieurybernetik, Allgemein Kybernetik sowie Metakybernetik - unter dem Begriff *Humankybernetik*, wie er von Stefan Rieger aktualisiert wurde.¹⁶⁴]

Der Rückumschlag der Zeitschrift definiert: "Die Humankybernetik (Anthropokybernetik) umfaßt alle jene Wissenschaftszweige, welche nach dem Vorbild der neuzeitliche Naturwissenschaft versuchen, Gegenstände, die bisher ausschließlich mit geisteswissenschaftlichen Methoden bearbeitet wurden, auf

162 Aumann 2015, 33

163 (2)1969, Bd. II

164 Stefan Rieger, *Kybernetische Anthropologie*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) xxx

Modelle abzubilden und mathematisch zu analysieren." Kybernetik war seit den 1950er Jahren nicht schlicht eine "Mode-"¹⁶⁵, sondern vor allem eine Modellwissenschaft.

[Der Wiederabdruck von Theorie-Fundstücken aus der Frühzeit der Kybernetik, wie sie die wiederbelebten *grkg* derzeit auch im wohlverdienten Rückgriff auf ihre eigene Frühgeschichte unternehmen, sind kein wissensgeschichtlicher Historismus, sondern Wissensarchäologie im Sinne Michel Foucaults: die fortdauernde *Gegenwart* des Archivs, die epistemologische Insistenz von in Urkunden kodiertem Wissen.]

[Die neurobiologischen Erben der Kybernetik]

Warren McCullochs "experimental epistemology" war eine operative Erkenntnistheorie: "To make psychology into experimental epistemology is to attempt to understand the embodiment of mind."¹⁶⁶ Längst ist der kybernetische Systembegriff zersplittert in Einzelwissenschaften: "Neuroscience" etwa, aber auch die Medienwissenschaft höchstselbst.¹⁶⁷ Dafür steht auch die Wiederkehr ihrer vertrauten Experimentalanordnungen in Form sogenannter "Labs" im Namen von Digital Humanities, doch was ihnen zumeist fehlt, ist eine *epistmé*, ein forschungsleitendes umfassendes Paradigma.

[Kritik des Konzepts Black Box]

Norbert Wiener prägte den Begriff der "Kybernetik" als Lehre von Kommunikations- und Regelprozessen *in the animal and the machine* (so sein Untertitel 1948). Entscheidend dabei ist, daß diese Prozesse gleichermaßen in Organismen wie in Maschinen ablaufen. Daraus leitet sich die gegenseitige Modellierbarkeit ab.¹⁶⁸ Wiener zielte auf die bewußte Absehung von den konkreten technischen oder biologischen Innereien der Black Box - um den Preis der Verkennung entscheidender Mensch-Maschine-Differenzen, etwa in der Programmierung. "When I give an order to a machine, the situation is not essentially different from that which arises when I give an order to a person. [...] the fact that the signal in its intermediate stages has gone through a machine rather than through a person is irrelevant and does not in any case greatly change my relation to the signal."¹⁶⁹ Doch techniknahe Medientheorie fokussiert gerade jenes innertechnische "inbetween", dem sich der

165 Philipp Aumann, *Mode und Methode. Die Kybernetik in der Bundesrepublik Deutschland*, Göttingen 2009 (Wallstein)

166 Kapitel "What's in the brain that ink may character", in: McCulloch, *Embodiments of Mind*, Cambridge, Massachusetts (The M.I.T. Press) 1965, 389

167 Zum privilegierten Verhältnis der Medienwissenschaft zur Kybernetik siehe das Eingangskapitel "Warum Kybernetik für Medienwissenschaftler?" im Beitrag von Thomas Fischer, *Kybernetik*, in: Stefan Höltgen (Hg.), *Medientechnisches Wissen*, Bd. 2, xxx (deGruyter) 2018; ferner Ulrike Bergermann, *Leere Fächer. Gründungsdiskurse in Kybernetik und Medienwissenschaft*, Berlin / Münster 2016

168 Siehe etwa Drischel, H. (1967): *Kybernetik und biologisch-medizinische Forschung*. In: *Forschungen und Fortschritte*. Jg. 41, 65-72

Medienbegriff selbst verdankt (das aristotelische *to metaxy*, ins Lateinische mit *medium* übersetzt), und sucht Erkenntnisfunken aus jenen Konstellationen zu schlagen, die sich gerade in diesem technologischen Dazwischen, zwischen Sender und Empfänger als Kanal unbemerkt, ereignen. "Naturally there are detailed differences in messages and in problems of control not only between a living organism and a machine, but within each narrower class of beings", konzidiert Wiener (ebd.). Kybernetik sucht einerseits nach einer umfassenden verbalen und technischen Sprache für aus beiden Welten gekoppelte Systeme (etwa Mensch und gegnerische Rakete), differenziert andererseits jedoch "ideas and techniques to classify their particular manifestations under certain concepts" (Wiener ebd.) - womit eine Unschärferelation der kybernetischen Episteme benannt ist.

So ist auch das Verhältnis von Kybernetik und Medienwissenschaft komplementär: Zwillinge im Geiste einerseits, andererseits verschiedene Blickpunkte. Die zunächst förderliche kybernetische Hypothese der funktionalen Äquivalenz (Isomorphie) von Signalverarbeitung in Maschinen und in Lebewesen wird hinderlich, sobald die "black box" tatsächlich geöffnet wird und zu sehen gibt, daß etwa die Verfahren der algorithmischen Bewegtbildkomprimierung ganz andere Pfade beschreiten als das, was Neuowissenschaften über "Bild"prozesse im Hirn eröffnen. Beide Bereiche werden ihrerseits dadurch verbunden, daß auch die neurowissenschaftlichen Einsichten inzwischen unvordenklich von Meßmedien abhängig sind und mit deren digitaler Signalverarbeitung stehen und fallen.

[Beobachtung welcher Ordnung?]

[Für Niklas Luhman ist die (von Fritz Heider übernommene) Form / Medium-Differenz eine relative, beobachterabhängig; demgegenüber *gründet* Medienarchéologie geradezu im nicht-relativen, nondiskursiven Vetorecht von Hard- und Software, und deren mathematische Analyse. Der Kybernetik zweiter Ordnung gegenüber steht der medienarchäologische Wiederaufruf der harten Kybernetik erster Ordnung. Heino Falcke vom Radioastronomischen Institut ASTRON in Dwingeloo berichtete über das, was mathematisch beschreibbar, aber nicht mehr beobachtbar ist.¹⁷⁰ Der sogenannte Ereignishorizont trennt einen Teil des Raums ("Schwarzes Loch") respektive die Struktur des Urknalls von der Beobachtbarkeit. Technische Beobachter, wie etwa das dissipative Radioteleskop LOFAR (Low-Frequency-Array) mit Antennen über ganz Europa verteilt, suchen diese Grenzen zu approximieren. Diese Approximation selbst aber ist eine mathematische Operation.]

[Phänomenologische Neurowissenschaft bezieht ganz im Sinne der Kybernetik zweiter Ordnung das Beobachtersubjekt mit ein (Heinz von Foerster, Gregory Bateson), weg von der Physik, hin zu Biologie und Kognition (Maturana / Varela). Doch die Kernoperation kybernetischer Regelung, die positive

169 Norbert Wiener, *The human use of human beings*, Doubleday 1964, zitiert hier nach: *Cybernetic-Serendipity. the computer and the arts*, ed. Jasia Reichardt, London / New York (Studio International special issue) 1968, 9

170 In seinem Vortrag "Mit Radioteleskopen an die Grenzen von Raum und Zeit" an der Humboldt-Universität zu Berlin am 12. Februar 2009

Rückkopplung, *ist* bereits eine implizite Beobachtung, deren fortwährender Iteration als Schwingkreis das sogenannte Bewußtsein überhaupt erst entspringt. Wunds *Einführung in die Psychologie* von 1911 modelliert "Bewußtsein" ausdrücklich nach Maßgabe des Metronoms.]

Die aktuelle Chronobiologie beschreibt die „innere Uhr“ von Lebewesen in Begriffen des negativen Feedback. Dahinter steckt die epistemologisch verführerische, kybernetische Analogie zwischen zeitkritischen Computerprozessen einerseits und neuronalen Vorgängen andererseits. Umso mehr beachtet zeitkritische Medienanalyse die Differenzen in der Taktung. Kybernetik suchte in ihren Ursprüngen genau das: technische und biologische Prozesse miteinander zu vergleichen. Wann wird dabei die Rückkopplung zur Metapher (S. Artmann)? Die Schnittmenge zwischen einem operativen und einem performativen System ist zugleich eine Trennung. Offenbar hat Helmar Frank mit seiner kybernetischen Pädagogik "nach genau solchen Schnittstellen (man könnte schon fast sagen: Synchronisationsmöglichkeiten) zwischen Technik und Organismus gesucht [...], um sie pädagogisch auszubeuten"; tatsächlich "scheinen mehr subtile prototechnische Prozesse im Organismus abzulaufen, als der bewußtseinsphilosophische Zugang [...] sich träumen läßt"¹⁷¹.

[Zeitfiguren kybernetischen Denkens]

Medientheorie steht der Sigmantik von Georg Klaus nahe. Der Signalbegriff bringt Zeit als kritischen Parameter von Übertragungsprozessen ins Spiel. Die frühe Kybernetik war sich der zeitkritischen Dimension bewußt. "One important fact about the computing machine as well as the brain is that it operates in time"¹⁷², und für McCulloch stand fest: "thinking takes switching time"; dazwischen das Unbewußte, das ZeitReal namens "time of non-reality" (Wiener).

Die temporale Operation der Medienarchäologie ist der Anachronismus, d. h. die zumindest zeitweilige, im Sinne Husserls "epochale" Enthebung von materiellen Technologien sowie ihrer symbolischen Argumentation aus der irreversiblen Verstrickung in einen unauflösbaren historischen Kontext. Eine kybernetische Medienarchäologie wird von Signalen aus der Vergangenheit zeitlos, aktuell angesprochen - als epistemologischer Affekt. Kernmomentum der Kybernetik ist anstelle des bisherigen Primats der Mechanik das Denken in mathematischen Modellen in einem *a priori* dynamischen Feld. Zentral in Ross Ashbys *Einführung in die Kybernetik* figuriert die Rekursivität, welche das Vor- und Zurückgreifen einer definierten Operation begründet. Es kennzeichnet die zugleich technische wie logische Doppelnatur der Kybernetik, daß diese Zeitfigur nicht nur ingenieurstechnisches Prinzip wurde, sondern zugleich ein mathematischer Kalkül.¹⁷³ Der vormals vielmehr energetische und gegenständliche Maschinenbegriff wandelte sich damit zu einem "operativen,

171 Kommunikation Stefan Höltgen, Dezember 2017

172 Wiener 1948/50: 214

173 Ross W. Ashby: *Einführung in die Kybernetik*, Frankfurt am Main 1974 (englische Originalausgabe: *Introduction to Cybernetics*, London 1956), S. 16

von einer bestimmten Funktion losgelösten Denkmodell oder auch einer symbolischen Maschine des Verhaltens"¹⁷⁴.

Selbststeuerung und -regelung, *communication and control*, die automatisierte Rückkopplung als die kybernetische Kernoperation in Maschinen wie in Menschen, wurzeln in keiner abstrakten Theorie, sondern im konkreten Dingen. Es war das nicht-menschliche, sondern automatisierende Handeln des Fliehkraftreglers, dessen technische (James Watt) und epistemologische (Maxwell) Entdeckung eine Erschütterung des bisherigen physikalischen Weltbilds darstellte und die Kybernetik als nicht schlicht technikhistorische, sondern techno-paradigmatische *epoché* einleitete. Der akademische Diskurs hat darauf ebenso sensibel reagiert, wie es die elektrotechnischen Dinge non-diskursiv auf der medienarchäologischen Ebene praktizieren.

["Cybernetic systems are systems with feedback (Wiener 1948). They are a special class of cause-and-effect (input-output) systems in which input is determined [...] by output. The portion of output that is returned to input is the feedback, and this may become the basis for feedback control. Very small feedbacks may exert very large effects"¹⁷⁵; die technische Konsequenz daraus ist der analoge Operationsverstärker.]

Solange das Zeitalter technischer Medien andauert, ist Kybernetik nicht vollständig historisiert. Das kybernetische Kernmoment zeitkritischer Rückkopplung weist als Gegenwartsgedächtnis an, konkret in der von-Neumann-Architektur des Computers mit seinen temporären, während der Laufzeit des Programms zwischennotierten Datenmengen und dem integrierten Programmspeicher.¹⁷⁶ Der entscheidende Unterschied zwischen "trivialen" Maschinen (Automaten im Sinne von Foerstern) und Computern ist der bedingte Sprung (IF/THEN-Befehle). Der *finite state machine* steht der speicherprogrammierbare Computer gegenüber, die technisch das logische Erbe der kybernetischen Feedbackschleife darstellt.¹⁷⁷

Den zweiten, zeitverzogenen Anlauf der Kybernetik (unter welchen anderen Namen auch immer) macht nun möglich, was der klassischen Kybernetik mit ihren raumfüllenden Röhrencomputern nur ansatzweise vergönnt war: massive Prozessorleistung, kombiniert mit einer exorbitanten "big data"-Basis für Lernalgorithmen, die Serverfarmen des WWW. Von daher die medienmaterialistische Leitthese: Mit der aufgrund von Moore's Law exponentiell gesteigerten Kapazität integrierter Schaltungen (sowohl das Prozessieren als auch das Speichern betreffend) werden einschlägige kybernetischen Modellierungen endlich als Echtzeit-Analysen und -synthesen

174 Georg Vrachliotis, *Geregelte Verhältnisse. Architektur und technisches Denken in der Epoche der Kybernetik*, Wien / New York (Springer) 2012, xxx

175 Bernard C. Patten and Eugene P. Odum, *The Cybernetic Nature of Ecosystems*, in: *The American Naturalist*, Vol. 118, No. 6 (Dec., 1981), pp. 886-895 (886)

176 Siehe John von Neumann, *Papers of John von Neumann on Computing and Computer Theory*, Cambridge / London / Los Angeles 1987, 19

177 Dazu Geoffrey Winthrop-Young, *Silicon Sociology, or, Two Kings on Hegel's Throne? Kittler, Luhmann and the Posthuman Merger of German Media Theory*, in: *Yale Journal of Criticism* 13.2 (2000), 391-420

rechenbar. Was unhistorisch insistiert, ist das operative Kernwerkzeug der Kybernetik, das gerade nicht die konkrete jeweilige technische Maschine, sondern das Prinzip der mathematischen Modellierung von Systemen ist - woraus sich aber umgekehrt die jeweilige Konkretisierung der Turingmaschine seither unablässig ableitet (soweit das "Veto" der techniknahen Medientheorie). Somit erweitert sich die klassische Mensch-Maschine-Konstellation um ein Dazwischen namens Software. Die (verdeckte) Rekurrenz kybernetischer Fragestellungen (*alias* Deep Learning) resultiert daraus, daß sich unter den aktuellen Bedingungen von *computational analysis* (DSP) nun die tatsächliche Realisierung kybernetischer Modelle als Simulationen möglich wird.

[Zeitkritische Medien und die "musikalische" Zeit der Kybernetik]

Kybernetik ist vor allem "eine mathematische oder Denk-Methode"¹⁷⁸, bleibt aber nicht bei der Notation symbolischer Operatoren stehen. Erst durch seine Zeitoperationen, "d. h. die operative Dynamik zeitlicher Zeichenprozesse"¹⁷⁹ hat der Computer Anteil an der Welt, denn er ist nicht reduzierbar auf eine symbolische Maschine, sondern er verarbeitet Signale, die eine irreduzible temporale Indexikalität an und mit sich tragen. Steuerung und Regelung mögen die Inhalte der kybernetischen Analyse sein; ihre Botschaft sind zeitkritische Prozesse, wie sie mit Wiener zwar angedacht, aber erst in der Epoche von Hochleistungsprozessoren realzeitlich simulierbar wurden. *Computing* selbst aktualisiert die Kybernetik fortwährend.

Ein kybernetischer Organismus ist charakteristischen Zeitweisen unterworfen: "Verzögerung, zeitliche Aufsummierung, Integration und Differentiation sind die Verknüpfungsfunktionen zwischen Bewegungs- und Reaktionsparametern."¹⁸⁰ Für das digitale Äquivalent dazu prägte Shintaro Miyazaki den Begriff des Algorhythmischen *<sic>*.¹⁸¹ Mikrotemporale Momente sind hier entscheidend für das Gelingen des Gesamtablaufs des Systems - seien es es nun das elektronische Bild¹⁸² oder Echtzeit-Verarbeitung in industrieller Produktion und in Computern. Kybernetik untersucht nicht starre Strukturen, sondern Prozesse. Ein logisches Gatter kennt von sich aus noch keine zeitliche Änderung seines Zustandes; dazu bedarf es vielmehr der Hinzunahme von operativem Vollzug als Zeitgabe, als Ent- und Unterscheidung - "draw a distinction" (Spencer Brown). Erst der Einbezug dessen, was hier *das Zeitreal* genannt sei, macht ein Modell von Weltprozessen handlungsfähig - und das meint Schwingungen ebenso wie Verzögerungen, kurzfristige Zwischenspeicher und die Simulation von Signalverarbeitung in Echtzeit.¹⁸³ Es geht hier um eine Zeitweise, die zwischen dem Symbolisch-Binären und dem Physikalisch-Realen

178 Peter Vogel, Musik und Kybernetik, in: Teilton, Heft 2, Kassel (Bärenreiter) 1978, 6-67 (7)

179 Carlé 2004: 346

180 Vogel 1978: 51

181 Shintaro Miyazaki, *Das Algorhythmische. Microsound an der Schwelle zwischen Klang und Rhythmus*, in: Axel Volmar (Hg.), *Zeitkritische Medien*, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009, 383 ff.

182 Dazu der Beitrag von Christina Vagt, *Zeitkritische Bilder. Bergson zwischen Chronofotografie und Fernsehen*, in: Volmar (Hg.) 2009

oszilliert; Jacques Lacan hat am Beispiel der "kybernetischen Tür" (also der binären Schaltung) den Zusammenhang von Psychoanalyse und Kybernetik - und zugleich den Unterschied zu bisherigen Kulturtechniken des Öffnens und Schließens - dargelegt.¹⁸⁴

Karl Ernst von Baer beschrieb Ende des 19. Jahrhunderts die Dehnungen respektive Raffung in der Wahrnehmung von Gegenwart.¹⁸⁵ Helmar Frank hat diese Momente als "subjektive Zeitquanten" definiert¹⁸⁶ und ihnen einen exakten Informationswert zugewiesen; im "Vorwort der Schriftleitung" zum Wiederabdruck des Textes von Baers (*grkg*) betont Frank die bemerkenswerte Antizipation von meßtechnischer Kinematographie *avant la lettre*.

[Es gibt ein privilegiertes Verhältnis von Analysen operativer Medien zu dem, was das Abendland seit Altgriechenland unter *mousiké techné* faßt: die Artikulation von orchestrierten Signalen in der Zeit, mithin Zeitreihen. Abraham Moles entwickelte seine Informationsästhetik vor allem anhand des Informationsflusses musikalische Werke).¹⁸⁷]

Die charakteristische Zeitfigur der Kybernetik ist nicht die punktuelle Gegenwart, sondern ihr erweitertes Zeitfenster als Horizont, in dem sich menschliche (zumal melodische und kinematographische) Wahrnehmung ebenso ereignet wie ihre analogtechnische Dynamik (Resonanzkreise und Rückkopplungsschleifen) und algorithmische Berechnung (namens "Echtzeit"). Das Futur II ist die grammatische Form der vergangenen Zukunft: Etwas wird gewesen sein. Gemeint ist damit eine Figuration von Zeit als Vorhersage nächster Momente aus der mathematisch analysierten Kenntnis der unmittelbaren Jetztvergangenheit. *Linear prediction* und die heutigen Verfahren der *predictive analytics* leiten sich von den konkreten protokybernetischen Kalkülen zur Feuerleitung in der Flugabwehr seit zwei Weltkriegen ab - das Feld von Harmonischer Analyse und Markov-Ketten.

Mensch und / oder Maschine: Wiederholte Anläufe der KI

183 Siehe David A. Mindell, *Between Humans and Machine. Feedback, Control, and Computing before Cybernetics*, Baltimore / London (Johns Hopkins University Press) 2004 [Erstausgabe 2002], 308

184 Jacques Lacan, *Psychoanalyse und Kybernetik oder Von der Natur der Sprache*, in: ders., *Das Seminar II. Das Ich in der Theorie Freuds und in der Technik der Psychoanalyse*, Weinheim / Berlin (VCH) 1991, 373-390; Bernhard Siegert, *Türen. Zur Materialität des Symbolischen*, in: *Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung*, Nr. 1/10 (2010), 151-170

185 Karl Ernst von Baer, *Die Abhängigkeit unseres Weltbilds von der Länge unseres Moments* [*1864], Nachdruck als Beiheft zu Band 3 (1962) der *Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft*

186 Helmar Frank, *Informationspsychologie*, in: ders. (Hg.), *Kybernetik - Brücke zwischen den Wissenschaften*, 1970, 243-258 (245). Siehe auch Denis Gabor, *Acoustical Quanta and the Theory of Hearing*, in: *Nature* Nr. 4044, 159 (Mai 1947), 591-594

187 Siehe Abraham A. Moles, *Informationstheorie und ästhetische Wahrnehmung*, Köln (DuMont) 1971

Kybernetik als gewaltige Episteme der 1950er, 60er und 70er Jahre hat Signalprozesse in Menschen und Maschinen als isomorph erst meß- und rechentechnisch analysiert, dann elektronisch synthetisiert. Dieser Ansatz ist nicht verebht, sondern wurde von Informatik, Robotik u. a. beerbt. Paradigmatisch dafür stehen die wiederholten Anläufe der Künstlicher Intelligenz.

"Wenn der Mensch nur dort ganz Mensch ist, wo er spielt, so wird auch er, wenn sein Mitspieler Automat ist, zum Unmenschen", heißt es in Friedrich Kittlers Typoskript "Flipper", circa 1970 Jahren geschrieben auf einer elektrischen Schreibmaschine.¹⁸⁸

Die "Operativität" (Jan Claas van Treeck) der Turingmaschine ist Mensch und Maschine zugleich: "A digital computer is, essentially, the same as a huge army of clerks, equipped with rule books, pencil and paper, all stupid and entirely without initiative, but able to follow exactly millions of precisely defined operations. There is nothing a computer can do which such an army of clerks could not do, if given time."¹⁸⁹

Die Wiederaufnahme einer Kernfrage algorithmischen Computings ist der Loebner Contest, der seit 1991 eine Fragestellung von 1950 verfolgt: Turings "Imitation Game", also den "most human" Computer zu programmieren. In der Mensch-Maschine-Kopplung, besonders über direkte An-Sprache¹⁹⁰, enthüllt die *quasi* vermenschlichte Maschine das "most human" als effektiv "post human".

Die frühe Kybernetik nimmt die Rede vom "Post-Humanen" und vom "Anthropozän" vorweg. In konsequenter Fortzsetzung von Karl Marx' geradezu protokybernetischem "Maschinenfragment" heißt es bei Berteaux: "Meine Meinung geht darauf hinaus, daß der Mensch an dem, was ich »Apparat« nannte, nur noch in untergeordneter Stellung beteiligt ist; daß also die weitere Geschichte des Lebens auf Erden nicht mehr die Geschichte der Menschen, sondern die Geschichte der Apparate ist."¹⁹¹

Zwei grundverschiedene medienepistemologische Ansätze suchen entweder menschliche neuronale Verknüpfungen komputativ nachzubauen (McCulloch / Pitts), gleich dem Ansatz des *physical modelling* für die virtuelle Synthese instrumentaler Klangkörper, oder sie setzen auf symbolische Sprachverarbeitung (Weizenbaum, ELIZA). In der Medienarchäologie von Sprachsynthese heißt das: von Kempelens Nachbau menschlicher Sprachorgane *versus* Fourieranalyse des Lautstroms selbst.¹⁹²

188 Publiziert in ders., Baggersee, xxx

189 Christopher Alexander. A much asked question about computers and design, in: Architecture and the Computer. Proceedings of the First Boston Architectural Center Conference, Bibliothek des Dept. Architektur, MIT, (Boston, 5. Dezember 1964), 1964, 52; hier zitiert nach Vrachliotis 2012: 173

190 Siehe Licklider 1960; ferner G. Rigoli, Maschinelle Spracherkennung zur Verbesserung der Mensch Maschine Kommunikation, Berlin: Springer 1986)

191 Berteaux 1963

192 Siehe John Johnston, The Allure of Machinic Life. Cybernetics, Artificial Life, and the New AI, Cambridge, Mass. / London (The MIT Press) 2008

Helmar Franks "Lehrmaschinen": kybernetische Pädagogik und das IfK

Archivgestützte Wissenschaftsgeschichte unterliegt dem Risiko, Forschungsobjekte wie die Kybernetik vorschnell *ad acta* zu legen. Das "Archiv" soll daher im doppelten Sinne verstanden werden, einmal als die notwendige quellenkritische Erforschung, zum Anderen aber auch im Sinne von Foucaults *l'archive*. In einem solchen Archiv werden die Texte, Diagramme und Schaltpläne aus der heroischen Epoche der Kybernetik nicht historisch gelesen, sondern als *contemporary condition*, die gegenwärtige Lage begründend. Dies zieht den Wechsel von der kommentierenden, kontextualisierenden historisierenden Schreibweise in eine appellative, erkenntnisfunkenschlagende Archivographie nach sich.

Die Herausforderung liegt darin, das Anliegen des einstigen Instituts für Kybernetik in Paderborn der ihr drohenden Anekdotisierung zu entziehen, d. h. ihren epocheninvarianten epistemologischen Kern freizulegen. Dies erfordert eine Doppelstrategie: zum Einen radikale Historisierung von Konzepten wie den Lehrautomaten, die einen technikgeschichtlichen Index tragen und - wie auch andere kybernetische Modelle - von der Entwicklung des Personal Computers selbst eingeholt wurde. "Aufgehoben" (in hegelianischer Zuthers Lesart) und damit wieder entdeckens- und wissenswert aber bleibt, ganz unhistoristisch, das damit verbundene Anliegen, das Verhältnis von Mensch und (Turing-)Maschine *in Bezug auf Denk- und Lernprozesse* prinzipiell isomorph zu denken. Diese Modellierung steht der Objektorientierten, subjektfernen Ontologie nahe und ist weniger "post-human" denn eine Redefinition der Anthropologie, eine epistemologische Vorbereitung auf das, was auf die Epoche der Medienkultur zukommt.

Der Akzent der kybernetischen Pädagogik liegt darauf, daß die Relation zwischen Lehren und Lernen weniger als klassische Steuerung denn als Regelung stattfindet. "Eine Regelung setzt eine Zielvorgabe (Sollwert) und eine Rückmeldung über den erreichten Zustand voraus (Istwert)."¹⁹³ Pädagogik ist daher im kybernetischen Sinne der Spieltheorie zugeordnet. Die Aktualisierung der "kybernetischen Pädagogik", die nicht nur Lernmaschinen, sondern auch die Automatisierung der Lehre ("Lehrmaschinen") umfaßt (diverse Apparate aus dem Nachlaß des Paderborner Instituts für Kybernetik, etwa der Modellrechner MORE¹⁹⁴), geben zu dieser Frage den Anlaß. Sie liegt im Wesen jener Automatentheorie, welche die nachrichtentechnische und informatische Grundlage der kybernetischen Pädagogik bildet. Laut Cram 1965 muß der Lehrautomat nicht nur Information anbieten, sondern auch eine Rückmeldung über die Richtigkeit der Antwort geben und dabei die individuelle Bearbeitung

193 Friedrich Zuther, Die Aufhebung der Lehrautomatenentwicklung im Zuge der Entwicklung der Arbeitsplatzrechner, Aachen (Shaker) 1996, 28. Einen Einblick in den praktischen Einsatz des Systems Nixdorf BAKKALAUREUS im Bewegtbild (1971) geben (freundlicher Hinweis Ralf Bülow, März 2018):

<https://www.filmothek.bundesarchiv.de/video/584963/> (etwa ab Minute 0:45),

<https://www.filmothek.bundesarchiv.de/video/584955/> (etwa ab Minute 4:30)

<https://www.filmothek.bundesarchiv.de/video/589738/> (etwa ab Minute 4:00)

194 Zur "Simulation des Lehrgegenstands 'Rechner'" Helmar Frank / Ingeborg Meyer, Rechnerkunde, Stuttgart et al. (Kohlhammer) 1972, 96 ff.

ermöglichen. Somit ist konsequenterweise bereits ein programmiertes Lehrbuch ein Lehrautomat¹⁹⁵, wie es dann in Form des Promentaboy als verzweigte Information zum Apparat fortentwickelt wurde. Leuchtkästen, in denen durch Herstellung der richtigen Steckverbindung ein Stromkreis geschlossen und eine Glühbirne zum Leuchten gebracht wird¹⁹⁶, bilden im Kern eine logische Maschine im Sinne von Peirce, ein operatives Diagramm.

Die Bedingung für adaptives "deep learning" von Seiten des Lehrautomaten war vorgesehen, unter analogtechnischer Ermöglichung: "Als einziges Gerät mit Beobachtungscharakter entstand das Rhetometer am Institut für Kybernetik (IfK) an der damaligen Pädagogischen Hochschule Berlin. Es ist ein Potentiometer (einstellbarer Widerstand), mit dem der Lerner den subjektiv empfundenen Schwierigkeitsgrad mitteilen konnte. Gesondert eingesetzt war ein Lehrer damit in der Lage, den von den Lernern durchschnittlich empfundenen Schwierigkeitsgrad auf einen Blick zu erfassen. Durch Aufzeichnung des Pegels auf Tonband während Ablaufs eines Lehrprogrammes hätte es dazu dienen sollen, vom Lerner als schwierig empfundene Stellen zu erkennen und in der Folge zu beseitigen."¹⁹⁷

Der Robbimat 2 wurde ausgebaut, "um nicht nur lineare Programme abarbeiten zu können. Er konnte nunmehr lineare, verzweigende, zirkuläre und sogar adaptive Lehrprogramme darbieten [...]."¹⁹⁸

Die Differenz zu aktuell avancierter Lehrsoftware ist die Begrenzung der Hardware: "Sowohl die Informationsspeicherung als auch die Generierung von Aufgaben zur Prüfung und die Prüfung selbst wurden vom erste in Deutschland für ein Lehrprogramm eingesetzte Universalrechner ER 56 von SEL (Standard Elektrik Lorenz AG) mit einem Maschinenprogramm zur Realisierung eines Lehralgorithmus geleistet. "Der Speicherplatz war knapp und wurde lieber für Algorithmen benutzt."¹⁹⁹

Entscheidend für den turingmächtigen Begriff berechenbarer Pädagogik ist die Automatisierung der Lehrprogrammierung selbst: "Einen besonderen Stellenwert haben hier die Formaldidaktiken, da sie die Lehrprogrammerstellung durch Übertragung auf den Rechner objektivieren."²⁰⁰ Coursewriter von IBM war 1961 eine spezielle Programmiersprache für Lehrprogramme auf Großrechnern. "Coursewriter gleicht einer Assemblersprache für Lehrprogramme: Verzweigungen erfolgen durch Sprünge zu Sprungmarken (Labeln), die Befehlsmnemonik erlaubt zwei Buchstaben als Merkhilfe und bietet Texte als Argumente."²⁰¹ In dieser zunächst rein informatischen Deskription ist eine epistemologische Aussage geborgen, die

195 Zuther 1996: 38

196 Zuther 1996: 53

197 Zuther 1996: 54

198 Zuther 1996: 59

199 Zuther 1996: 55

200 Zuther 1996: 90, unter Bezug auf: Helmar Frank, Ansätze zum algorithmischen Lehralgorithmieren". In: Lehrmaschinen in kybernetischer und pädagogischer Sicht, hg. v. idem, Stuttgart / München (Ernst Klett / K. Oldenburg) 1966. Nachdruck in Meder / Schmid 1973, Bd.1

201 Zuther 1996: 77

nach medienarchäologischer Explikation verlangt. Die Nähe von Didaktik und Maschinensprache ist keine Entmenschlichung der Pädagogik zugunsten des Kalküls, sondern umgekehrt gerade deren Vermenschlichung.

Zuther zufolge ist es die "Einstellung", mit der man den Rechner betrachtet ("Modellierer von Wirklichkeit, Werkzeug oder Partner"), die über das "Bild" entscheidet, das man von ihm hat - das von Heidegger definierte Ge-stell, das mathematisierte Weltbild. Umgekehrt zählt ebenso die Einstellung, die der Rechner vom Nutzer hat. Das Bild des Lernenden wird hier vom Algorithmus, also (frei nach Turing) von der (diskreten) Maschine her entworfen, als Schema, als algebraische Diagrammatik. Zuther verweist auf Joseph Weizenbaums Programm Eliza: "Wer den Anspruch dieses Programmes, einen Psychiater zu simulieren, ernst nahm, der fühlte sich auch vom Rechner verstanden."²⁰²

Aus radikal kybernetischer Sicht sind Menschen wie Algorithmen *machine learners* (Adrian Mackenzie); insofern zählt Platons Ansatz einer Gleichursprünglichkeit logischen Denkens, der ja gerade ausschließen will, den Lehrstoff lediglich von außen her zu vermitteln²⁰³.

Im Kern des Lehrautomaten steht die Zustandsmaschine. Franks Pädagogik kalkuliert - im Sinne Turings - mit diskreten Zuständen, etwa der Medwedew-Automat als Spezialfall des Moore-Automaten (dessen Ausgabe aus dem Speicherzustand folgt). Das ausdrücklich in diesem Zusammenhang genannte aufgeschlagene Lehrbuch²⁰⁴ zeigt als endlicher Automat jeweils seinen aktuellen Zustand. Die Ausgabe ist eine direkte Funktion des Maschinenzustands, unabhängig vom Übergang in diesen Zustand. Wenn auf Seiten des Lernsystems Zeichen aus Alphabeten der Umwelt aufgenommen werden, muß der Lehrautomat rechtzeitig darauf zu reagieren vermögen, also dynamisch werden (340 f.). "Unter einem *Markoff-Lehralgorithmus* verstehen wir einen Lehralgorithmus [...], in welchem der nächste Lehrschritt stets eindeutig bestimmt ist durch seinen Vorgänger und durch die Adressatenreaktion auf diesen" (346). Lehre wird zum Algorithmus, zur Turingmaschine: ein Verhalten in diskreten Zuständen und ihrer Übergangsregeln. Somit ist der Computer bereits inkorporiert.

Das in Bd. I vorgestellte Lehrgerät Promentaboy ist keine schlichte Umblättermaschine / Buch, sondern wandelt "die einzelnen Lehrschritte physikalisch von einer nicht oder nur ungünstig direkt wahrnehmbaren Speicherform in eine zweckmäßiger wahrnehmbare Form" (S. 20). Das Band der Turingmaschine ist hier ein einlegbarer Papierstreifen, und das Vorgehen kinematographischer Natur: "Der bis [...] 200 Lehrschritte enthaltende Papierprogrammierstreifen wird eingelegt wie ein Film in einen Photoapparat" (21). Die kybernetische Pädagogik unterscheidet sich von der "programmierten Instruktion" des Behaviorismus, etwa B. F. Skinner (S. 183), durch "eine kalkülisierende Theorie des Lehralgorithmierens" (ebd.); sie operiert mit den "subjektiven Zeitquanten" (SZQ, 68) der Gegenwartsdauer. Sie schließt an die

202 Zuther 1996 145, unter Bezug auf Joseph Weizenbaum, *Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft*. Frankfurt / Main (Suhrkamp) 1978

203 Zuther 1996: 28, unter Bezug auf Platons Dialog *Menon*

204 Bd. II von Helmar Franks *Kybernetische Grundlagen der Pädagogik*, 2. Aufl. 1969, 339

quantitative Ästhetik von Abraham Moles und Max Bense an (S. 184). "Das einzige kybernetische Werkzeug bildeten bei diesen Ansätzen die Informations- und codierungstheorie" (ebd.), insbesondere Shannon und Hartley, und Hermann Schmidts 1941 Definition einer Objektivierung geistiger Arbeit (185).

"Was interessiert ist der Algorithmus, nach welchem solches Lehren wirksam verläuft, sowie die Programmierung dieses Algorithmus für einen Lehrautomaten [...]." ²⁰⁵ Hier liegt die grundsätzliche, nachhaltig wachzuhaltende Radikalität im Ansatz der kybernetischen Pädagogik - ganz so, wie auch Friedrich Kittler später Medienwissen(schaft) statt Phänomenologie begründet: "Seit Alan Turing 1936 seine Prinzipschaltung einer universalen diskreten Maschine angeschrieben hat, geht nicht bloß die Behauptung, sondern der maschinelle Beweis um, daß alles, was Wissenschaftler [...] in endlicher Zeit intellektuell leisten können, genausogut in Computern stattfindet." ²⁰⁶ Damit treiben Computer aber nur auf die Spitze, was Menschen überhaupt auszeichnet: die symbolische Ordnung im Vollzug.

Wie "szientistisch" ²⁰⁷ auch immer die konkreten Ausformulierungen der kybernetischen Pädagogik, also ihre "Inhalte" aussehen mögen, ihre medienepistemologische Botschaft heißt in aller Radikalität: symbolische Maschine, nicht fern von neuronaler Schaltungslogik und Jacques Lacans kybernetischer Deutung des Unbewußten. Was sich als Algorithmus formulieren läßt, kann in eine programmgesteuerte Maschine umgesetzt werden (Turing). Der Ansatz ist streng formalistisch, scheitert aber am Unvorhergesehenen.

"Kybernetische Pädagogik"

"Kybernetische Pädagogik" heißt nicht etwa die schlichte Didaktik kybernetischer Modelle im Unterricht, sondern im Sinne Helmar Franks der automatisierte Entwurf von Lehrmaschinen selbst. Bd. II von Helmar Franks Kybernetische(r) Pädagogik definiert als "Medium" die abstrakte mathematische Struktur einer Lehrmaschine *ohne* konkretes Programm (341). Dies korreliert mit Foucaults nondiskursivem Begriff von *l'archive*.

Das Baussystem von Rudolf Doernach, Hans-Joachim Lenz und Eckhard-Schulze-Fielitz für den Ideenwettbewerb Universität Bochum von 1963 ist abgebildet in Karl Gerstners Buch mit dem wirklich programmatischen Titel

205 Helmar Frank, Kybernetische Pädagogik, in: Information und Kommunikation. Referate und Berichte der 23. Internationalen Hochschulwochen Alpbach 1967, München / Wien (Oldenbourg) 1968, 111-120 (112); Wiederabdruck in: Kybernetische Pädagogik Bd. 1 / 1973, 477-486 (478)

206 Vortragsskript "Phänomenologie versus Medienwissenschaft", <http://hydra.humanities.uci.edu/kittler/istambul.html>, Abruf 22. Januar 2018

207 Ludwig A. Pongratz, Zur Kritik kybernetischer Methodologie in der Pädagogik. Ein paradigmatisches Kapitel szientistischer Verkürzung pädagogisch-anthropologischer Reflexion, Frankfurt / M. / Bern / Las Vegas (Peter Lang) 1978; darin Kapitel 3.2.4. "Die algorithmentheoretische Analyse von Lehr- und Lernprozessen bei H. Frank und L. Landa", 149-156, und die folgende Kritik. Kap. 3.3.2.1. "Exkurs zur Genese des Denkens 'sub specie machinae'", 161-165

Programme entwerfen. Statt Lösungen für Aufgaben Programme für Lösungen,²⁰⁸; die Parole im Untertitel entspricht Helmar Franks Kalkül für die Konstruktion pädagogischer Lehrmaschinen.

Durch das schiere Navigieren im Kombinat der Ruhr-Universität Bochum wurden Studierende für Kybernetik sensibilisiert. "Der Name »Architecture Machine« stand wie ein Markenzeichen an der Außenseite des Computers" von Nicholas Negropontes Architecture Machine Group.²⁰⁹ Vachliotis nennt als Beispiel dafür, "wie die kybernetische Maschine in der Architektur transformiert wurde", das Team Quickborn, eine Planungsgruppe aus Designern und Organisationsberatern, die Ende der 1950er Jahre das Konzept der "Bürolandschaften" schuf.²¹⁰

Doch ermangelt es den Lehrmaschinen der "Programmierten Instruktion" an einem Kernprinzip der Kybernetik: sie sind ihrerseits nicht lernfähig. Das auf neuronalen Netzen und massiver Prozessorleistung, rekursiven Algorithmen und Interoperativität ("big data") beruhende Konzept des maschinellen Lernens²¹¹ läßt die Maschine sich selbst entsprechend in ihren Parametern modifizieren, "ohne Modifizierung der Algorithmen durch ein Individuum"²¹². Damit stellt sich die Franksche PI vom Kopf auf die Füße.

In seinem Vortrag von 1962 "Überlieferte Sprache und technische Sprache" zitiert Heidegger ausdrücklich Norbert Wiener: "Lernen ist seinem Wesen nach eine Form der Rückkopplung, bei der das Verhaltensschema durch die vorangegangene Erfahrung abgewandelt wird."²¹³ Sprache ist keine ausschließlich dem Menschen vorbehaltene Eigenschaft, "sondern eine, die er bis zu einem gewissen Grad mit den von ihm entwickelten Maschinen teilt"²¹⁴ - ein anderer Begriff von "Mit-Teilung" *alias* Kommunikation, gleichursprünglich gegenüber der emphatischen Mensch-Maschine-Differenz. Von daher ist Franks Begriff der Lehrmaschine nur konsequent. Es gehört zu den epistemologischen Leistungen der Kybernetik, daß sie Mensch und Apparat nicht gegeneinander perspektivisch ausspielt, sondern isomorph an beiden die Signalprozesse untersucht.

Eine Notiz Heideggers in Bd. 76 seiner GA definiert die Kybernetik im Sinne Wieners als den Eintritt der Entscheidung in die Maschine selbst. Von daher sind die selbstlernende Pädagogik, die Automatisierung des Lehrens und die daraus resultierenden Lehrmaschinen Helmar Franks²¹⁵ ebenso eine logische Flankierung der speicherprogrammierten von-Neumann-Architektur des

208 Baden 2007 (Erstauflage: 1964), 31; Wiederabbildung in Vrachliotis 2xxx: 191

209 Vrachliotis 204: Abbildungslegende zu Nicholas Negroponte: *Soft Architecture Machines*, Cambridge 1975, S. 160

210 Vachliotis 2012: 37

211 Siehe Adrian Mackenzie, *Machine Learners*, xxx

212 Eintrag "#MaschinellesLernen", in: Peter Weibel (Hg.), *Broschüre Open Codes. Leben in digitalen Welten*, zur gleichnamigen Ausstellung am Zentrum für Kunst und Medien, Karlsruhe (zkm) 2017, 21

213 St. Gallen (Erker) 1989, 26, unter Bezug auf: Norbert Wiener, *Mensch und Menschmaschine*, Frankfurt/M. 1952, 63

214 Wiener 1952: 78

Digitalrechners wie das Paradigma von Deep Learning heute. Die gespeicherten Daten wirken hier zugleich als Revision des aktuellen Befehlssatzes. "Das Diachronische ist synchronisch operant [...]." ²¹⁶ Was hier technisch konkret gemeint ist, gilt nicht minder für die Zeitlage kybernetischen Denkens.

Wiederbelebung der Kybernetik - eine Entmetaphorisierung des Mensch-Maschine-Dialogs

Kybernetik eröffnet Denkräume, die in humanistischen Philosophien kaum denkbar waren - beispielsweise die Frage nach nicht-menschlicher Subjektivität. In dem Moment, wo das Mensch-Maschine-Verhältnis nicht als Gegenüber, sondern als systemische Kopplung verstanden wird ²¹⁷, erlaubt dies den Eintritt des Maschinenbegriff in den Menschen selbst - wie es Alan Turing 1937 für den Menschen im Moment des algorithmischen Rechnens (und unter umgekehrten Vorzeichen in seiner epistemologischen Parabel zum "Imitation Game") definierte. Die Mensch-Maschine-Kommunikation ist kein emphatisches *Gegenüber* technologischer Apparate einerseits und des geistbegabten menschlichen Körpers andererseits mehr, sondern deren immer intensiver werdende Integration. Gegen das Apriori einer Inkommensurabilität von technischer Maschinen- und menschlicher Alltagssprache setzt Kybernetik auf einen übergreifenden Systembegriff. ²¹⁸ Der ubiquitäre Selbstanschluß von Nutzern an mobiles Kommunikationsgerät wie das Smart Phone oder sogenannte Sprachassistenten ist eine Eskalation der grundsätzlichen Frage der Kybernetik nach dem Verhältnis von Mensch und Maschine. ²¹⁹

Der notorische Aufsatz Lickliders zur "Human-machine symbiosis" erschien 1960 bezeichnenderweise in den IRE Transactions *On Human Factors in Electronics* ²²⁰ - also im Rahmen einer *a priori* "nonhumanen", vielmehr technozentristischen Perspektive. Wie Licklider erkannte, ist es weniger die formalsprachliche Programmierung (Quellcode), sondern vor allem die natürlich-sprachliche Interaktion, welche die Mensch-Computer-Symbiose erzielt. Doch heißt dies nicht schlicht eine Subjektivierung der Technologie, sondern - in einer späten Bewahrheitung von Lacans Deutung - eine Offenlegung der Mechanik des menschlichen Subjekts durch die Mechanisierung der Sprache. ²²¹ Was im kybernetischen Denken Lacans

215 Dazu Claus Pias, Eine kurze Geschichte der Unterrichtsmaschinen, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 282 vom 4. Dezember 2013, S. 5

216 Annette Bitsch, Diskrete Gespenster. Die Genealogie des Unbewussten aus der Medientheorie und Philosophie der Zeit, Bielefeld (transcript) 2009, 425 f.

217 Siehe Henning Schmidgen, Das Unbewusste der Maschine, München (Fink) 1997

218 Dazu (kritisch) Martin Heidegger, Technische Sprache und überlieferte Sprache, in: xxx

219 Thematisiert etwa unter dem Titel "Elektronengehirne. Die Magie der Roboter", in: Der Spiegel Nr. 40/1956, 42-46, sowie "Maschinengehirn. Beängstigend menschlich", in: Der Spiegel Nr. 28/1950, 38-40

220 J. C. R. Licklider, Man-Computer Symbiosis, in: IRE Transactions on Human Factors in Electronics. HFE-1 (März 1960) No. 1, 4-10

221 Ein Zentralargument der Masterarbeit von Jens Peter Kückens, Also sprach der Computer. Zur Bedeutung der Sprache für die Mechanisierung und

seinerzeit noch zahlreiche, zur damaligen Zeit kaum mögliche Rechenleistung und algorithmische Intelligenz voraussetzte, wird heute eingeholt; auf mächtigen Prozessoren basiertes Deep Learning vermag die scheinbar obsolete kybernetische Frage zu reaktualisieren. Während in Smart Devices die Maschine (der Prozessor) zum scheinbaren Verschwinden kommt, sich also vollkommen dissimuliert (Googles Sprachassistent lässt sich nicht öffnen), entbergen sie umgekehrt das Maschinenhafte im Menschen selbst, radikaler denn je. Die sprachliche Symbiose zwischen Mensch und Computer wird buchstäblich techno-"logisch" als *lógos* des zeitkritisch implementierten rekursiven Algorithmus, also der Maschine.

"Regelkunde" statt "Kybernetik": die Berliner Schulen

Die Beharrlichkeit techniknaher Epistemologie in deutschsprachigen Schulen der Kybernetik liegt in der Allianz von Ingenieursdenken und Philosophie.²²²

In Sprachen prallen auch Denkwelten aufeinander. Nicht nur in Norbert Wieners Begriffsprägung ist *cybernetics* durch und durch anglo-amerikanisch. In aktuellen Komposita mit *cyber-* ist ihr systemtheoretischer Grund schlichtweg vergessen. Gegenüber dieser Autopoiesis denkt Medienarchäologie auch in Begriffen deutschsprachiger Ingenieure: als Aktualisierungen der Regelkunde. Die "Vorbemerkung des Übersetzers" von Norbert Wiener, *Mensch und Menschmaschine. Kybernetik und Gesellschaft* begründet ausdrücklich die Differenz kybernetischer Kernbegriffe wie *feed back* und "Rückmeldung".²²³ "Kybernetisches Denken" in der Sprache Hegels und Heideggers verlangt eine andere, nämlich verinnerlichte Formen der "Rückmeldung" als die Übersetzungsmaschine.

Kybernetik fungierte einmal emphatisch als Theorie für Bildungstechnik, Automatisierung und politische Planung in den 1950er bis 1970er Jahren; sie hält seitdem fortwährend technische, mathematische und epistemologische Denkräume für die Kopplung (eher denn "Verschmelzung") von Mensch und Maschine offen.

Der Urtitle der Macy-Konferenzen von 1946-48 lautet zunächst noch suchend *Circular Causal, and Feedback Mechanism in Biological and Social Systems*; später dann wird dieses Modell unter *Cybernetics* subsumiert.²²⁴ "Social" fällt dann im Titel des Buches von Norbert Wiener 1948 selbstredend fort.

Analog zu Aumanns Soziologisierung der deutschsprachigen Kybernetik heißt es in Medinas Monographie zum Cybersynth-Experiment in Chile unter Allende:

Subjektivierung in der Mensch-Computer-Symbiose, HU Berlin, Institut für Musikwissenschaft und Medienwissenschaft, Februar 2018

222 Exemplarisch dafür: Hermann Schmidt, Kybernetik als anthropologisches Problem, in: Schulmodelle, programmierte Instruktion und technische Medien, München (Ehrenwirth) 1967, 13-29

223 Frankfurt/M. u. Berlin: Metzner, 1952, 9 f.

224 *Cybernetics / Kybernetik. The Macy-Conferences 1946-1953*, Bd. 1: Transactions / Protokolle, hg. v. Claus Pias, Zürich / Berlin (diaphanes) 2003; Bd. II: Documents / Dokumente, ebd. 2004

"This book tells the history of two interesting utopian visions, one political and one technological."²²⁵ "Staatsmaschine programmieren" war ein Schlagwort von Berteaux im Protokoll 1963. Damit ist diese kybernetische Vision indes noch lange nicht bloße Gesellschaftswissenschaft.

Die mathematische Architektur der Kybernetik

Von Geistes- und Kulturwissenschaftlern gerne übersehen, hat die klassische Kybernetik (Wiener) ihren Ursprung nicht (allein) in der systemtheoretischen Biologie von Uexkülls, sondern vor allem in der mathematischen Analyse von Signalereignissen (Wiener).²²⁶ Von daher ruft sie von Anfang an nach dem Computer. Hinzu aber kommt die Erdung solcher Mathematisierung in der wirklichen Welt, d. h. in der Zeit - und zwar nicht in einer symbolisch geordneten Zeit (Kulturgeschichte), sondern im Zeitfeld namens Gegenwart. Die "Echtzeit"-Analyse zeitkritischer Signalprozesse verlangte nach dem technologischen Umschalten von elektromechanischen zu elektronischen Rechnern. Max Bense zufolge war nicht die Erfindung der Atombombe, das entscheidende technische Ereignis seiner Epoche, "sondern die Konstruktion der großen mathematischen Maschinen, die man [...] gelegentlich auch Denkmachines genannt hat"²²⁷.

Zur Aktualisierung kybernetischen Denkens gehört die insistierende Erinnerung an die wesentlich mathematische Grundierung kybernetischer Erkenntnis, für die Norbert Wiener in Person stand.²²⁸ Demnach handelt es sich bei Kybernetik im Kern um einen Zweig der Mathematik, der sich mit Problemen der Kontrolle, der Rekursivität und der Information beschäftigt. Tatsächlich heißt radikale Kybernetik die Paarung von physikalischer Praxis mit mathematischer Analyse. Es wurde der paradigmatischen Kybernetik zum Verhängnis, daß gerade diese unerbittliche Kopplung in einem interdisziplinären Diskurs aufweichte, bis hin zur Ethnologie (Margaret Mead); dieser Diskurs verunklärte Kybernetik durch positives statt negatives, selbstkontrollierendes Feedback. Allein die *dichte* inter-disziplinäre Kopplung aus reiner Mathematik, Statistik, Elektrotechnik und Neurophysiologie widersteht der diskursiven Verführung.

[Klärungen des Signalbegriffs]

Signale sind physikalische Ereignisse in der Zeit: etwa das, was analytische Meßinstrumente anzeigen. Erst in menschlicher Deutung werden sie zu Trägern von Zeichen. Signale als Zeichenträger und Zeichen werden in der Nachrichtentheorie zusammengefaßt. Für Signale gilt, daß sie in Automaten Prozesse auszulösen vermögen "wie der Druck auf den Knopf in einem

225 E. Medina, *Cybernetic Revolutionaries. Technology and Politics in Allende's Chile*, Cambridge, Mass. (The M.I.T. Press) 2011) / Eden / London

226 Zum "mathematisch-anthropologischen Argument" in Norbert Wieners *Kybernetik - für die Medientheorie folgenreich* - siehe Stefan Rieger, *Kybernetische Anthropologie. Eine Geschichte der Virtualität*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2003, 280

227 Hier zitiert nach Vachliotis 2012: 56

228 Norbert Wiener, *I am a Mathematician*, Cambridge, Mass. (MIT Press) 1964

Fahrstuhl. Deshalb kann man die Funktion kybernetischer Maschinen und biokybernetischer Systeme als 'bewußtseinsanalog' betrachten, [...] sie funktionieren, 'als ob' sie Zeichen aufnehmen, logisch verarbeiten und andere Zeichen äußern"²²⁹. Wie Alan Turing in seinem Grundlagenaufsatz 1936 ausdrücklich bemerkt, ist sich die (später nach ihm benannte) algorithmische Maschine in jedem Moment ihres diskreten Zustands bewußt (*aware*); umgekehrt *ist* ein Mensch im Zustand der Maschine, wenn er im Kopf oder auf Papier rechnet.²³⁰ Der Computer ist eben nicht nur eine symbolische, sondern eine *symbolverarbeitende* Maschine, also im Unterschied zur reinen logischen Maschine eine solche, welche Logik auf Signalebasis dramatisiert, logisch *handelt*.²³¹ "Der Prozessor der Zeichenmaschine betreibt eine operative Semiotik."²³² Ein Vordenker der Kybernetik an der Humboldt-Universität zu Berlin, Georg Klaus, betonte die "sigmatische" Verbindung zwischen sprachlichen Zeichen und materieller Wirklichkeit.²³³ Das Wesen einer technischen Implementierung symbolischer Maschinen umfaßt damit auch "die Besonderheit des Materials, aus dem die Struktur besteht und an dem sich die Funktion vollzieht"²³⁴.

Erst eine mithin algorithmische Semiotik, die in Hardware wurzelt, also der ganze Unterschied zwischen dem Computer als Theorie und seiner Realität als *computing* (Stefan Höltgen), vermag den abstrakten Symbolismus der Mathematik mit dem experimentellen Charakter der Naturwissenschaften zu beleben. "Die Praxis ist in letzter Instanz", nämlich als die Instanziierung von Anweisungen namens Programmen, "das Wahrheitskriterium für mathematische Abstraktionen"²³⁵.

229 Frank 1970: 22

230 Alan Mathison Turing, On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem, in: Proceedings of the London Mathematical Society (2), 42(3), 1936, 230-265; 43(7), 1937, 544-546

231 Siehe Sybille Krämer, Kalküle als Repräsentation. Zur Genese des operativen Symbolismus in der Neuzeit, in: Hans-Jörg Rheinberger u. a. (Hg.), Räume des Wissens. Repräsentation, Codierung, Spur, Berlin (Akademie-Verl.) 1997, 111-122.

232 Frieder Nake / Susanne Grabowski, Ein Bild. Zwei Sichten. Betrachtung einer Zeichnung aus der Geschichte der Computerkunst, Vorlage zur Tagung *analog digital. Kunst und Wissenschaft zwischen Messen und Zählen (HyperKult 12)*, Rechenzentrum der Universität Lüneburg, 24.-26. Juli 2003

233 Siehe Georg Klaus, Spezielle Erkenntnistheorie. Prinzipien der Wissenschaftlichen Theoriebildung, Berlin (Deutscher Verl. d. Wissenschaften) 1966, 21

234 Georg Klaus, hier zitiert nach: Martin Carlé, Die Sigmantik von Georg Klaus - ein Teilgebiet der Semiotik? Zur Materialität materialistischer Zeichentheorien, in: Klaus Fuchs-Kittowski / Siegfried Pietrowski (Hg.), Kybernetik und Interdisziplinarität in den Wissenschaften. Georg Klaus zum 90. Geburtstag, Berlin (trafo) 2004, 333-352 (347)

235 Georg Klaus, Ein Beitrag zur Dialektik der Mathematik, in: Wissenschaftliche Zeitschrift der Friedrich-Schiller Universität Jena (mathematisch-naturwissenschaftliche Reihe) Nr. 2 (1952), 75

Die Nähe der Kybernetik zur Mathematik (und ihr Rechenmedium Analogcomputer)

Informatik hieß in Berlin einmal Kybernetik. 1969 begründete Horst Völz an der ehemaligen Akademie der Wissenschaften der DDR das Institut für Kybernetik und Informationsprozesse.

Norbert Wiensers *Cybernetics* definierte 1948 *sein* gegenwärtiges Zeitalter als das der Informations- und Regelungstechnik. Heute vernebelt die Rede von "digitalen Medien" die ihnen zugrundeliegende Kybernetik. So wird im anglophonen Bereich "die Bezeichnung 'Computer Science' und als dessen Äquivalent in der deutschen Sprache seit 1968 vielfach der nüchternere Ausdruck 'Informatik' bevorzugt; ihm geht jedoch die Bezeichnung Kybernetik historisch voraus."²³⁶

Die Wieder(ein)kehr der Kybernetik ist keine bloß mediengeschichtliche Figur. Ihre Nicht-Historizität sondern gründet im Kern im technischen Gefüge aus Elektronik und Mathematik, die prinzipiell (*en arché*) ein epochenübergreifendes Wissen darstellen, sofern man sich nicht bio- und historiographisch in ihren Er/Findungsmomenten verliert.

"Die informationstheoretische und mathematische Seite der Kybernetik wird ausgeblendet und anstatt als Kopplung von informationsverarbeitenden Menschen und Maschinen wird die Kybernetik als ein Resonanzen-Dasein in einem elektromagnetischen, Frequenzen und Schwingungen modulierenden Feedbackmechanismus entworfen. [...] Das gelingt nur, weil die *Camouflage der Kybernetik*, nämlich die Verdeckung der Wandlung von analogen Ereignissen in diskrete Daten, mitvollzogen wird."²³⁷

Dieses technisch-logische Gefüge hat einen konkreten Schauplatz. Der Analogcomputer fungiert als der eigentliche Protagonist von Norbert Wiensers *Kybernetik* (wie schon für Richard Wagners Regelkreislehre, und der hydraulische Philips-Computer zur Simulation der britischen Nationalökonomie). Der Workshop *Think Analogue!* thematisierte seinerzeit die "Künftigkeiten" eines scheinbar obsoleten *dead medium*; dies betrifft nicht allein seine Wiedereinkehr in der Parallelität von Quantencomputing, sondern vor allem auch die nicht-algorithmischen Formen mathematischer Modellierung.

Die diagrammatische Aktualisierung kybernetischen Denkens als medienepistemologische Ambition bemüht sich um eine Renaissance der Wissenswelt des Analogcomputers, der in den meisten medienhistorischen Veröffentlichungen als ein technikgeschichtliches Zwischenspiel behandelt wird. Der 1964 herausgegebene Band *Kybernetische Maschinen* zeigt das Photo eines klassischen Analogcomputers auf dem Umschlagbild; darin wird das

236 Ludolf von Mackensen, Leibniz als Ahnherr der Kybernetik - ein bisher unbekannter Leibnizscher Vorschlag einer "Machina arithmeticae dyadicae", in: Akten des II. Internationalen Leibniz-Kongresses, Bd. 1 (Studia leibnitiana. Suppl. 13), Wiesbaden (Steiner) 1974, 255-268 (255)

237 Martina Leeker, Camouflagen des Computers. McLuhan und die Neo-Avantgarden der 1960er Jahre, in: de Kerckhove / Leeker / Schmidt (eds) 2008: 345-374 (357)

Analoge (als das "Nicht-Digitale") gleichberechtigt neben dem numerischen Rechner behandelt. Medienarchäologie setzt an dieser Gleichrangigkeit beider techno-mathematischen Zugangsweisen im Diskurs der Kybernetik an.

Zum Einen ist der ontologische Unterschied zwischen Mensch und Maschinen im quantifizierbaren Signalbegriff aufgehoben. "Daß wir den Menschen als informationsverarbeitendes System sehen, bedeutet für sich genommen noch keine Dehumanisierung, sondern kann im Gegenteil insofern zu seiner Humanität beitragen, als es ihm zu einem vertieften Verständnis eines spezifischen Aspekts seiner menschlichen Natur verhilft."²³⁸ Diese radikale Identifizierung von *mathesis* und Maschine steht gerade *nicht* mehr in der Nachfolge von Descartes und Leibniz, sondern bildet deren medienontologische Eskalation. Keine externe semantische Referenz bestimmt mehr die Ordnung der Zeichen, sondern ihre schaltungslogische Infrastruktur.

Isomorph zu den Orientierungsleistungen des Schleimpilzes (die Ikone des "unconventional computing"²³⁹) ist Marvin Minskys Entwurf eines Stochastic Neural Analog Reinforcement Calculator auf Elektronenröhrenbasis: ein neuronales Netz, um den schnellsten Weg durch ein Labyrinth zu finden.²⁴⁰ Shannon setzte dem sein System Theseus auf Basis binärer Relaisschaltungen entgegen. Das Spannungsverhältnis zwischen dem Analog- und dem Digitalcomputer im Paradigma der Kybernetik bleibt unaufgelöst.

Real existierende Logik: Schaltungen

Bewußt hat die klassische Kybernetik die materielle Implementierung (das thermodynamische *momentum* der Boltzmann-Entropie) zugunsten des ganz anders gearteten mathematisch idealen Informationsbegriffs vernachlässigt (Shannon-Entropie). "Gegenstand der Kybernetik sind nicht Materie und Energie (wie in den Naturwissenschaften und der Klassischen Technik", heißt es bei Helmar Frank in Anlehnung an Norbert Wiener²⁴¹; demgegenüber respektiert Medienarchäologie nicht nur die Logik (Kalkül), sondern auch die *techné*, also deren Verkörperung in / als Hardware (das Doppelwesen der Turingmaschine).

Wenngleich Information mit Shannon und Wiener weder an Materialität noch an Semantik gebunden ist, "tritt sie immer nur in Formen gebunden in Erscheinung. Es gibt keine Daten ohne Datenträger"²⁴². Diesbezüglich dauert auch McCullochs kybernetischer Ansatz fort: "Es gibt logische Operationen, aber es gibt sie immer nur in verschiedenen Verkörperungen: aufgeschrieben auf Papier, implementiert in Computerchips, ausgeführt in Gehirnzellen. Und deshalb existiert jede Operation zugleich im Feld realer und idealer

238 Weizenbaum 1978: 190

239 Dazu xxx Adamatzky, xxx

240 Marvin Minsky, A Neuronal-Analogue Calculator Based upon a Probability Model of Reinforcement, Harvard University Psychological Laboratories, Cambridge, Mass. 1952

241 Frank 1967/1973: 112/478

242 Claus Pias, Das digitale Bild gibt es nicht. Über das (Nicht-)Wissen der Bilder und die informatische Illusion, in: zeitenblicke 2 (2003) Nr. 1; <http://www.zeitenblicke.historicum.net/2003/01/pias>

Seinsverhältnisse, ist zugleich transzendental und empirisch, ist zugleich zeitlos und brauchte ihre Zeit, hat zugleich eine formallogische und eine historische Existenz" (Pias ebd.) - mithin techno-logisch. Das Archiv der Kybernetik ist eine Epistemologie einerseits, andererseits ihre Apparate. Ihr konkretes Medium bleibt der Computer, bislang in seiner von-Neumann-Architektur über ein halbes Jahrhundert weitgehend invariant gegenüber allen anderen "Historien". Seine Konfiguration umklammert als *epoché* die aktuellen Digital Humanities mit der heroischen Epoche der klassischen Kybernetik.

"Epistemische Fragen [...] lassen sich, wenn man in den Begriffen der Kommunikation denkt, theoretisch mit Hilfe der kleinsten Signale beantworten, die in Rechenmaschinen Aussagen in Bewegung darstellen."²⁴³ Logik im kybernetischen Sinne ist eben nicht nur ein Aussagenkalkül, sondern auch die tatsächliche Schaltung. *Logik für Medienwissenschaftler* in der Version Stefan Höltgens heißt: "Digitale Medien zeichnet aus, dass sie über zeitkritische diskrete Operationen mit nur zwei Zuständen andere Apparate simulieren können. Dass hinter dieser Funktion die 2500 Jahre alte Theorie der Logik steht, die sich diesbezüglich in ihrer Qualität kaum verändert, sondern lediglich unterschiedliche Ausprägungen erfahren hat, koppelt selbst modernste Medien [...] an die Philosophie der griechischen Antike."²⁴⁴ Der wissensgeschichtlichen Erzählfigur "von - zu" gegenüber steht die wissensarchäographische Akzentuierung der techno-epistemologischen Bruchstellen, so daß sich der Weg der Logik von einer Theorie des Denkens hin zu ihrer Implementierung in logische Schaltgatter in Digitalcomputern" (Höltgen) ihrerseits als als Graph schreibt, als Topologie. Logik als Formalwissenschaft "funktioniert" (Höltgen) erst im Moment ihrer Maschinen(w)erdung. Für Medienwissenschaft zentral ist daher gerade nicht die aristotelische Syllogistik, sondern die symbolische Logik. Die kybernetische Logistik und ihre Kalküle stellen der antiken Logik gegenüber keine linear-historische Eskalation dar, sondern brechen damit; Helmar Frank thematisiert die "Kontroverse zwischen philosophisch-geisteswissenschaftlichen [...] und kybernetischen Disziplinen"²⁴⁵. Diltheys "Geisteswissenschaften" bleiben mit Leibniz, Frege, Boole und Shannon unversöhnt; zwischen verbalsprachlicher Logik und den Programmier- als Kalkülsprachen herrscht ein Widerstreit. "Die philosophische Logik sucht die Gesetze folgerichtigen Denkens zu *verstehen*. Die Schaltalgebra dagegen versucht die Anwendung dieser Gesetze zu / *objektivieren*, d. h. an Objekte, z. B. an elektronische Rechner, zu deligieren"²⁴⁶; gemeint sind damit algorithmisch operative "Objekte", besser "Technologiefelder" (Höltgen). Logische Maschinen, Boole'sche Arithmetik, Schaltgatterkonstruktion, -optimierung und -analyse bilden die "Elemente einer

243 xxx, zitiert hier nach Claus Pias, Die kybernetische Illusion, <https://www.uni-due.de/~bj0063/texte/illusion.pdf>, Abruf 14. August 2017; Druckversion in: C. Liebrand / I. Schneider (Hg.), Medien in Medien, Köln (DuMont) 2002, xxx-xxx

244 Ankündigungstext der Vorlesung Stefan Höltgen *Logik für Medienwissenschaftler*, HU Berlin, WS 2017/18

245 Siehe Helmar Frank, Kybernetische Pädagogik, in: Simon Moser (Hg.), Information und Kommunikation [1967], 111-120; Wiederabdruck in: Kybernetische Pädagogik Bd. 1 (1973), 477-486 (477)

246 Frank 1967/1973: 411 f./477 f.

kybernetischen Maschine".²⁴⁷ Rekurrenz, nicht evolutionäre Marksteine ist die makrozeitlich zentrale Redewendung einer Medienarchäologie der Logik.

[Die Insistenz der Kybernetik: rückgekoppelte Systeme]

"Control and Communication in the Animal and the Machine" betrifft das Verhältnis von technologischen Schaltungen und der Vernetzung von Nervenzellen im menschlichen Hirn. Prägnant zielt die Überlagerung des Diagramms eines elektrotechnischen Gatters mit einer Nervenzelle (samt ihrer Synapsen) den Buchumschlag der Neubearbeitung (1970) des von Helmar Frank herausgegebenen Sammelbandes *Kybernetik - Brücke zwischen den Wissenschaften*. Diese Überlagerung von Diagramm und Skizze ist nur vordergründig die ikonische Suggestion einer Analogie beider Systeme; zugleich weist sie auf deren abgründige Differenz, an der die Unterscheidung von "analog" und "digital" selbst hängt.

Ein Apriori der klassischen Kybernetik ist der Analogrechner. Verschiedene Systeme sind "analog" in Hinsicht auf isomorphe mathematische Analyse. Doch der "Unterschied zwischen Maschinenzeit und menschlicher Zeit"²⁴⁸ ist ein fortwährend es Thema der Kybernetik. Im Zeitfeld herrscht keine undifferenzierte Isomorphie.

John von Neumann ist zum Einen für seine Analogien zwischen dem speicherprogrammierbaren Digitalrechner EDVAC und dem menschlichen Hirn in Erinnerung.²⁴⁹ Doch wer genau hinschaut, liest von Neumanns Insistenz auf der Kluft zwischen logischer Schaltung und neuronalem Netz. Die neuronalen Aktionspotentiale ("the nerve-pulse part of the system"²⁵⁰) operieren digital, die exo- und endophysikalischen chemischen Abläufe in der Zelle analog: "Indeed, the chemical evidence now makes the idea that all signaling in the brain is by all-or-none nerve impulses untenable."²⁵¹ Das Dazwischen von zwei neuronalen Zuständen ist ein zeitliches (Refraktärzeit) und kommt dem nahe, was die frühe Kybernetik als den zeitlichen Abgrund, des Zeitreal binärer Operationen identifiziert. Gerade in Zeiten "digitaler Medien" analysiert die kybernetische Frage die Zeitlichkeit der binären Kernoperation. Julian Bigelow wies ausdrücklich darauf hin, daß alles Digitalrechnen "eine verbotene Zone des Dazwischen einschließt und eine Abmachung, niemals irgendeinen Wert dieser verbotenen Zone zuzuschreiben"; tatsächlich wird diese Zone behandelt, "als würden diese Übergänge einfach nicht existieren" (so der Psychologe John Stroud), und der Logiker und Mathematiker Walter Pitts rät, diese tatsächliche

247 Frank 112/478

248 Nam June Paik, Norbert Wiener und Marshall McLuhan, in: ders., Niederschriften eines Kulturnomaden. Aphorismen, Briefe, Texte, hg. v. Edith Decker, Köln (DuMont) 1992, 123-127 (125)

249 John von Neumann, Die Rechenmaschine und das Gehirn, 2. bericht. Aufl. München (Oldenbourg) 1965

250 John von Neumann, The Computer and the Brain, New Haven (Yale University Press) 1958, 68

251 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)

Kontinuität zu ignorieren.²⁵² Norbert Wiener schließlich bringt diese Zeitlichkeit, die allem Rechnen eignet, für den Spezialfall binären Rechnens auf den Begriff einer "time of non-reality"²⁵³ - das diskrete Gespenst des Digitalen.

Die neuronale McCulloch-Pitts-Zelle simuliert zunächst die logischen Gatter AND, OR, NOT, doch erst wenn dieses Modell mit Rückkopplung versehen, mithin also zeitlich dynamisch wird, ist das System lernfähig. Rückkopplung ist das fortdauernde epistemische Thema der Kybernetik. "In der Informatik und Systemtheorie von heute ist es eine Binsenwahrheit, daß rückgekoppelte Systeme keine Trennung zwischen Beobachter und Beobachtetem erlauben. Aber Wiener hatte die Binsenwahrheit, und zwar am rückgekoppelten System aus Flak und Feindbomber, erst einmal entdecken müssen."²⁵⁴ Dieser Erkenntnismoment ist deshalb archäologisch, weil der Anfang aktuelle fortwest.

Zur *Wissenstechnik* (Viktoria Tkaczyk) wird Kriegstechnologie genau dann, wenn der heiße Krieg in den kalten übergeht. Doch gerade weil die eigentliche Karriere der Kybernetik erst mit ihrer (mithin nun "metaphorischen") Übertragung militärisch relevanter Nachrichtentechnik auf Lebewesen anhub, tendiert sie dazu, den forensischen Blick auf technologische Hardware zu verdunkeln. "Ihr Rückkopplungsprinzip, wenn es je technisch wurde, brachte keine Computerarchitekturen hervor, sondern intelligente Roboter und medizinische Prothesen."²⁵⁵

Jacques Lacan, der die Analoge von digitalen Schaltern und Denkopoperationen im Anschluß an Claude Shannon für die Psychoanalyse weiterentwickelt hat, konzipiert das Unbewußte als eine Prozedur des Realen in der Zeit, die gerade nicht neurobiologisch verifizierbar ist. Schon ihre Zeitweisen sind radikal verschieden: Das Hirn rechnet parallel; der von-Neumann-Computer dagegen strikt sequentiell.²⁵⁶ Das Eine sind neuronale Netze; Huxleys Modell der Biokybernetik beruht auf der Simulation von Neuronen durch Widerstände und Kondensatoren (1952); das erste mathematische Modell von McCulloch / Pitts "A Logical Calculus Immanent in Nervous Activity" datiert von 1943. Praktisch relevant aber wurde dieses Modell erst vor dem Hintergrund der Arbeitsgeschwindigkeit der Elektronenröhre statt träger elektromechanischer Relais (etwa im ENIAC). Der Gedanke, Neuronenfunktionen und Elektronenrechner zu korrelieren, wurde von der spezifischen Eigenart und der Steilheit der Signalflanken der Flipflops aus Elektronenröhren im Computer suggeriert.

252 In: *Cybernetics – Kybernetik. Die Macy-Konferenzen 1946-1953*, hg. von Claus Pias, 2 Bde., Zürich / Berlin 2003-04, Bd. 1, 186 f. Siehe Claus Pias, *Time of Non-Reality. Miszellen zum Thema Zeit und Auflösung*, in: Volmar (Hg.) 2009: 267-282

253 In: Pias (Hg.) 2003: 158

254 Friedrich Kittler, *Der zerstreute Mathematiker. Er hat das Rauschen auf seine Formel gebracht: Norbert Wiener und die Berechnung des Unvorhersehbaren*, in: *Frankfurter Allgemeine Zeitung* vom 26. November 1994, Nr. 275, B4

255 Kittler ebd.

256 "But as long as we meanby 'parallel' only more simultaneous discrete operations, I do not think it is the basic problem": Pattee 1974, 146

Zukunft wegrechnen

Im epistemologischen Kern des kybernetischen Denkens steht die Unterstellung der Regelbarkeit und der technologische Imperativ der Regelbarmachung von Prozessen, gefaßt in Zeitsignalen. Etwa die sogenannte Zukunft, wie es Pierre Berteaux 1963 auf einem Kolloquium zum Thema *Maschine - Denkmaschine - Staatsmaschine* beschreibt: "Der Mensch ist von Natur aus zukunftsblind. Diesem Faktum kann durch die Maschine abgeholfen werden. Die maschinelle Voraussage ist ja schon auf einem allerdings rein technischen und militärischen Gebiet operabel. Jeder Flakbatterie ist jetzt ein Apparat, der Predictor, angeschlossen, der die Aufgabe hat, die Position des feindlichen Flugzeuges vorweg zu kalkulieren, also die Daten hinsichtlich Höhe, Flugrichtung oder Geschwindigkeit so zu integrieren, daß das Geschloß oder die Flugabwehrrakete nach integrierter Eigengeschwindigkeit, Windgeschwindigkeit usw. im richtigen Zeitpunkt in die richtige Richtung abgeschossen wird. Nun liegt es nahe, solche Predictors auch auf andere Gebiete [...] anzuwenden, nur daß sie dann verständlicherweise viel komplizierter sein müssen."²⁵⁷ Hinter dem, was wie eine diskursive Hypothese aussieht, steht sehr konkret der apparative Analogrechner.²⁵⁸

Medienökologie *avant la lettre*

Es war die kybernetische Ökologie vor und nach dem Zweiten Weltkrieg, die Feedbackschleifen zwischen Umwelt und Ressourcen aufdeckte. Ihre wissenschaftsgeschichtliche Einkapselung²⁵⁹ aber erstickt das Anliegen, die nicht-diskursiven, nach wie vor aussagekräftigen Operatoren (Theoreme, mathematische Analysen, Diagramme, Schaltungen) präsent zu halten. Einer der Odum-Brüder verwendete in den 1950er und 1960er Jahren "simple electrical networks composed of batteries, wires, resistors and capacitors as models for ecological systems. These circuits were called passive analogs to differentiate them from operational analog computer circuits, which simulated systems in a different manner"²⁶⁰. Odum deklarierte das Programm eines Signallabors: "Students with a yen for the soldering iron can be utilized in combining physical and biological science to make a gadget, which mimics in some ways the flow of materials in the ecosystem."²⁶¹

257 Pierre Berteaux, *Maschine - Denkmaschine - Staatsmaschine*. Entwicklungstendenzen der modernen Industriegesellschaft, Protokoll des 9. Bergedorfer Gesprächskreises (1963), Diskussionsleitung: Prof. Dr. Arnold Gehlen; <http://www.stiftung.koerber.de>. Siehe auch Axel Roch / Bernhard Siegert, xxx, in: Schade / Tholen (Hg.), *Konfigurationen*, xxx

258 Zur Verschränkung von Kybernetik und Analogcomputer siehe David Mindell, *Human / Machine*, xxx

259 Etwa Peter J. Taylor, *Technocratic Optimism*, H. T. Odum, and the Partial Transformation of Ecological Metaphor after World War II, in: *Journal of the History of Biology*, Vol. 21, No. 2 (Summer, 1988), 213-244

260 Patrick Kangas, *The role of passive electrical analogs in H.T. Odum's systems thinking*, in: *Ecological Modelling* 178 (2004) 101-106 (101)

261 H. T., Odum, *Ten classroom sessions in ecology*. *Am. Biol. Teacher* 22 (1960), 71-78 (77)

H. T. Odum entwarf eine symbolische Sprache, um mit elektronischen Bauteilen (etwa Kondensatoren für Speicherprozesse) ökologische und soziale Systeme zu simulieren und zu modellieren. "The language consists of a dozen basic modules, each having a mathematical definition."²⁶² Im Sinne der operativen Diagramme "the simulation procedure for the energy circuit follows in simple automatic manner from the energy circuit diagram; the thinking on the behavior and structure of the system is done in the diagramming" (210).

Odums elektrische Modelle gelten als frühe Praktiken der *systems ecology* (Shugart and O'Neill, 1979), gleich Phillip's wasserdruckbasierter Analogcomputer zur Simulation der Ökonomie. Jedoch verfehlt seine Umgehung der Mathematik den harten Kern der klassischen Kybernetik und ihrer Nachfolge namens Medienwissenschaft als transklassische Kybernetik: "Whereas operational analog methodology involves the writing of differential equations first, passive analog methodology bypasses the equations except to verify the similar behavior of the particular hardware pieces used. The energy network language and the electrical model are forms of mathematics in themselves, but forms that naturally resemble the normal ways of thinking in biology, ecology, and the social sciences."²⁶³

Kybernetik *alias* Digital Humanities

"Die Mathematisierung geisteswissenschaftlicher Disziplinen nimmt ständig zu. Vor allem die Entwicklung der Kybernetik hat diesen Prozeß enorm beschleunigt", heißt es gleich eingangs bei Kiemle 1967²⁶⁴ - geradezu Digital Humanities *avant la lettre*: Den tatsächlichen techno-logischen Maschinen ist also das mathematische Verhältnis zur Welt vorgelagert, das Heidegger ("Zeit des Weltbilds") mit Descartes ansetzt. Das Wesen des Technischen ist daher zunächst nichts "technisches", sondern der mathematische *logos* der Technologie. Dementsprechend war es die Mathematik der Galois-Felder, welche die generative Grundlage für die Computerkunstinstallation *Instantaneous* von Vladimir Bonacic (bcd) aus der Serie seiner "dynamic objects" bildete, verkündet 1990 im *futurum exactum* als "A Transcendental Concept of Cybernetic Art in the 21st Century".²⁶⁵

Vollzieht sich die aktuelle Rückkehr der *epistémé* kybernetischen Denkens unter dem Begriffsmantel von Digital Humanities?²⁶⁶ Das eine ist die Wieder(ein)kehr kybernetischen Denkens als wissenschaftlicher Diskurs; das

262 H. T. Odum, An energy circuit language for ecological and social systems: its physical basis, in: B. C. Patten (ed.), *Systems Analysis and Simulation in Ecology*, vol. II, New York, NY (Academic Press) 1972, 139-211 (141)

263 H. T. Odum, *Environment, Power, and Society*, New York, NY (Wiley-Interscience) 1971, 261

264 Manfred Kiemle, *Ästhetische Probleme der Architektur unter dem Aspekt der Informationsästhetik*, Quickborn (Verlag Schnelle) 1967, 9

265 Vladimir Bonacic, A Transcendental Concept of Cybernetic Art in the 21st Century (Kolloquium *La Dimensione Scientifica dello Sviluppo Culturale*, 30. September bis 2. Oktober 1984), in: *Atti dei Convegni Lincei* 83 (Roma, Accademia Nazionale dei Lincei) 1990, 53-58

Andere ist ihre faktische Insistenz. Geoghegan fragt, "what kinds of historical and political structures return, unrecognized, in contemporary efforts to reform the discourse and methods of the human sciences through digital apparatuses"²⁶⁷. Digital Humanities sind ein Wiederaufruf der kybernetischen Informationsästhetik, nur daß Algorithmen an die Stelle des Systembegriffs getreten sind.

Was heißt Kybernetik für Medienwissenschaft heute?

Gewiß sind Technikphilosophien und Systemdenken wie die Kybernetik Funktionen einer jeweiligen technologischen Lage. Darin liegt ihr jeweiliges Feuer, ebenso ihre Grenzen. Linke denkt Ende des 19. Jahrhunderts Kulturtechnik vom Relais aus, wie Norbert Wiener die rückgekoppelte Schaltung vom Analogcomputer und der Artillerieberechnung des II. Weltkriegs aus. Die von Helmar Frank entwickelte kybernetische Pädagogik wird kurz vor der Milleniumswende von Zuthers Einzug von PC und Internet "aufgehoben".

"Die Wiederentdeckung [sc. der Kybernetik] hätte in vielen Fächern vor sich gehen können, waren doch fast alle zu irgendeinem Zeitpunkt in ihrer Geschichte mit kybernetischen Ansätzen konfrontiert und sie findet doch auf einem Feld statt, das damals noch nicht existierte, der 'Medienwissenschaft'."²⁶⁸ Medienarchäologische Wiederentdeckung zielt nicht auf etwas Verlorenes, sondern auf etwas nach wie vor Vorliegendes. Kybernetisches Denken bleibt schlichtweg in logischen Schaltungen implementiert; techniknahe Medienwissenschaft verweist auf ihre aktuelle Fortexistenz in elektrotechnischen, techno-mathematischen und systemtheoretischen Fragestellungen. Kybernetik als Theorie selbstregelnder Signalereignisse ist eine Grundlage für Medienwissenschaft, die nicht aufhört, sie fortzuschreiben.

Zwar droht - wie vormals der Kybernetik - eine ähnliche Historisierung diesmal der Medienwissenschaft selbst, wenn sie als vorübergehende Epoche techniknahen Computings der 1980er und 1990er Jahre diagnostiziert wird. Doch im Nachlaß Friedrich Kittlers im Deutschen Literaturarchiv Marbach insistieren in Form von Typoskripten, Elektronik und Quellcode dauernde techno-logische Monumente einer für German Media Theory prägenden Allianz der Sprache von Ingenieuren mit dem Denken der Philosophie.

THESEN ZUR ALGORITHMISIERUNG VON TEXT UND CODE. *Digital Humanities* von und mit Texten

266 Siehe Alexander Galloway, The Cybernetic Hypothesis, in: differences: A Journal of Feminist Cultural Studies, Bd. 25, Heft 1, 107-131

267 Bernard Dionysius Geoghegan, From Information Theory to French Theory: Jakobson, Lévi-Strauss, and the Cybernetic Apparatus, in: Critical Inquiry, Vol. 38, No. 1 (Autumn 2011), pp. 96-126 (126)

268 Ulrike Bergemann, Von Schiffen und Schotten: Der Auftritt der Kybernetik in der Medienwissenschaft, in: MEDIENwissenschaft Rezensionen, Heft 1/2004, Marburg (Schüren), 28-40

Können Maschinen lesen? Textstatistik als "Digital Humanities" *avant la lettre*

A. A. Markov transformierte in seiner statistischen Analyse von Übergangswahrscheinlichkeiten zwischen Vokalen und Konsonanten in Puschkins *Eugen Onegin* 1913 Literatur in Tabellen und substituierte lineare Textzeilen durch die zweidimensionale Matrix. Die Stochastik des Vokalalphabets, geboren aus dem Geist der Poesie Homers²⁶⁹, zeitigt damit methematische, hart epistemologische Früchte.

[Ein Self-Organizing Net beschreibt Distanzverhältnisse durch (Ge-)Wichtung; zentrale Operation ist die Beschreibung der Mittelwertabweichungen von Wortwerten in Textmengen zur Bestimmung von Wortähnlichkeit, mithin ihre Entropie. Standardabweichungen und Wort-Vektoren bilden die heuristischen Grundlage für Stilometrie sowie Topic-Modelling; jedes solches Vorgehen bedarf zunächst einer explorativen Phase - oftmals vorweggenommen in der Medienkunst, etwa mit dem Projekt Active Archive der Künstlergruppe Consteant, Brüssel -, dann jedoch einer geisteswissenschaftlichen Plausibilitätsanalyse; delta-scores vermelden durchschnittliche Unterschiede von Textmengen, z-scores die Unterschiede im Einzelnen.²⁷⁰]

Mit Wahrscheinlichkeit statt mit Gewißheit zu rechnen ist ein Erbe der Statistik (Tarde) und der Thermodynamik (Boltzmann) des 19. Jahrhunderts. Für formale Heuristik statt klassischer Hermeneutik - das Nadelöhr der Formalisierung als Operationalisierung, durch das die klassische Literaturwissenschaft damit passiert (Thomas Weitin) - rückt Entropie als mittlere Silbenzahl je Wort (syn- und diachron gelesen) ins Zentrum der literatur-wissenschaftlichen Informationsästhetik. Fucks entwickelt ein "Statistisches Gerät zur Simulation theoretischer Verteilung", eine Art Galton-Brett, als "Modell der Mischung von Wortlängen in verschiedenen Sprachen"²⁷¹, und führt das physikalische Maß für Un/ordnung als Stilcharakteristik in die Ästhetik ein: "Die Werte für die Entropie sind aus den Wortlängenhäufigkeiten bei den gemittelten Autoren ausgerechnet."²⁷² Liegen die Werte buchstabengleich, also diskret als Bildpunkte vor, läßt sich diese Berechnung auf Werke der bildenden Kunst übertragen, etwa die Häufigkeit von Farben in den Mosaikausschnitten des hl. Petrus und des Erzbischofs Maximianus in Ravenna (6. Jh.). "Aus den Differenzen der Häufigkeiten läßt sich ein Verwandtschaftsindex zwischen den Mosaiken ausrechnen"²⁷³; analog dazu für den Fall musikalischer Notation: Übergangshäufigkeit der Tonfolgen bei Kompositionen von Bach *versus* Beethoven.

269 Dazu W. E. / Kittler (Hg.), *Die Geburt des Vokalalphabets aus dem Geist der Poesie*, München (Fink) 2006

270 Thomas Weitin, in seinem Vortrag "Digitale Literaturwissenschaft" zum Workshop *Lektüre im Zeitalter digitaler Medien*, Humboldt Universität zu Berlin, 29. / 30. September 2017

271 Wilhelm Fucks, *Nach allen Regeln der Kunst. Diagnosen über Literatur, Musik, bildende Kunst - die Werke, ihre Autoren und Schöpfer*, Stuttgart (Deutsche Verlags-Anstalt) 1968, 83

272 Fucks 1968: 91

273 Fucks 1968: 28

In Shannons statistischer Annäherung an die englischen Sprache, kodiert mit einem Alphabet aus 26 Symbolen plus *spatium*, liefert bereits eine Approximation zweiter Ordnung, "die als Markoff-Kette auch Diachronien, nämlich die Übergangswahrscheinlichkeiten zwischen allen möglichen Buchstabenpaaren einer Sprache berücksichtigt, [...] mühelos erste Kurzwörter"²⁷⁴.

Der "diff"-Algorithmus und andere Kollationsmaschinen wie Collatex praktizieren textgenetische Variantenforschung; was eine literaturwissenschaftliche Tugend war, ist heute in der Aufspeicherung der zahlreichen Versionen von Wikipedia-Einträgen längst computerserverbasierter Alltag.

Zur massendatenbasierten Methode der *culturomics* zählt der Ngram Viewer von / in Google. Er fungiert als lexikalische Zeitmaschine; *n*-grams sind Buchstaben (oder Wörter, gar Sätze) in Kombinationen (einzeln als Unigramm) "as found in over 5.2 million books digitized by Google Inc (up to 2008)"²⁷⁵ - eine Selbstreferenz der Google-Galaxis. Damit lassen sich zwischen verschiedenen Begriffen Korrelationen herstellen.

Wenn dieser Textbegriff auf Texturen ausgeweitet wird, lassen sich damit auch digitale Bild- und Tonformate sortieren.

Eine Wissenschaft technischer Medien im archäologischen Sinne praktiziert das *close reading* der Artefakte, die dichte Beschreibung der technologischen Ensembles als solcher (Simondon), und "distant reading" (Moretti) in der algorithmischen Analyse digitalisierter Welt- und Zeitdaten.

Archive des Geistes (Diltheys Bibliometrie)

In seinem Plädoyer für ein Deutsches Literaturarchiv plädiert ausgerechnet Dilthey für einen statistischen Zugang zu Textmengen. Im Unterschied zu signalnahen "Lebenswissenschaften" (elektrophysiologisch gemessen, kymographisch registriert, neurologisch erfaßt) basieren Geisteswissenschaften immer schon auf kodierten Aussagen; im dominanten Modus ihrer Erzählung ist die statistische Zählbarkeit und stochastische Kalkulierbarkeit schon angelegt.

Die *universitas litterarum* als solche ist - buchstäblich - an Kulturtechniken der (vokal-)alphabetischen Schrift, später den Buchdruck gebunden. Die Wiedereinkehr des alphanumerischen Codes als *computing* nach der Epoche analoger Signalverarbeitung in hochtechnische Medien ist mithin "Humanities 2.0", eine Rekursion des ersten typographischen Informationszeitalters.

274 Friedrich Kittler, Signal-Rausch-Abstand, in: Gumbrecht / Pfeiffer (Hg.) 1988: 146; ferner erweitert um die Entropie der *gesprochenen* Sprache (Zahl der Nachrichteneinheiten (*bit*) je Zeiteinheit: K. Küpfmüller, Die Entropie der deutschen Sprache, in: Fernmeldetechnische Zeitschrift Jg. 7, Heft 6 (Juni 1954), 265 ff.

275 Wikipedia entry "Google Ngram Viewer", Version 24. Juli 2014

In der Biographie "bleibt Alles, was Psychologie und genialer Blick leisten können, ganz ungenügend, wo Handschriften fehlen."²⁷⁶ Was aber, wenn "zwischen Hand und Schrift" (Heidegger, Parmenides) die maschinale Typographie tritt?²⁷⁷ "Nur was der Geist geschaffen hat, versteht er"²⁷⁸; Hermann Ebbinghaus hingegen läßt seine Probanden sinnlose Silbenreihen abzählen, um die Vergessenskurve im menschlichen Lernen zu ermitteln. "Jedes rein *stochastische* Vorgehen ist [...] für Maschinen ebenso sinnlos wie für das menschliche Verhalten <...>."²⁷⁹

Max Benses Radiohörspiel *Der Monolog der Terry Jo* wurde nicht nur gemeinsam mit Wolfgang Harig, sondern vor allem mit einem Telefunken-Computer als Ko-Autor verfaßt; es basiert auf Buchstabsortierung und Sprachgenerierung durch Übergangswahrscheinlichkeiten in Markov-Ketten.

Laufende Regalmeter bilden die statistische Maßeinheit im Archiv. So läßt sich etwa das Gedächtnis Heiner Müllers in der Sprache des Archivs der Akademie der Künste bemessen - ganz im Sinne der nüchternen Poetik des Dramatikers: "Archiv und Sammlung, 36 lfm.". Demgegenüber sucht Dilthey als Verteidiger geisteswissenschaftlicher Hermeneutik "de Einheit, durch welche wir den Verlauf einer geistigen Bewegung messen, [...] in dem Menschen selber [...]. Als Zeiteinheit, vermitteltst deren umfassendere geistige Bewegungen oder Veränderungen gleichsam biologisch gemessen werden können, bietet die Generation sich dar."²⁸⁰

Aus Liebe zum Buchstaben (und zur Zahl)²⁸¹

Wer Philologie betreibt - wer also das *alphabetisch notierte* Wort liebt -, "sammelt, ediert, kommentiert und archiviert >Texte<, um sie für potentielle Leser verfügbar zu machen und zu halten"²⁸². Ein solcher potentieller Leser aber kann - jenseits des klassischen Humanismus - ein Computer sein, der dynamische Schreib- / Lesekopf eines Festplattenaggregats, oder gar die pure logische Adressierung (Auslese / lesung) eines Festwertspeichers.

Digitale Datensätze, die aufgrund ihrer Funktion als Archivalien der aktuellen Medienkultur nicht nur auf Internet-Servern verenden, sondern archivisch

276 Dilthey 1889: 354

277 Siehe "The Author Signal: Nietzsche's Typewriter and Medium Theory" <http://stunlaw.blogspot.co.uk/2012/12/the-author-signal-nietzsches-typewriter.html> (Abruf 17. Dezember 2014)

278 Dilthey 1910: 180

279 Rul Gunzenhäuser, Zur Synthese von Texten mit Hilfe programmgesteuerter Zifferrechenanlagen [*1963], reprinted in: Kaleidoskopien Bd. 5 (2004), 170-183 (173)

280 Dilthey 1889: 352; dazu Bernhard Siegert, Das Leben zählt nicht. Natur- und Geisteswissenschaften bei Dilthey aus mediengeschichtlicher Sicht, in: Claus Pias (Hg.), Medien. Dreizehn Vorträge zur Medienkultur, Weimar 1999, 161-182

281 Siehe Arndt Niebisch, xxx

282 *Call for Papers* zur Konferenz Medienphilologie, RUB, Projekt-Homepage: <http://www.ruhr-uni-bochum.de/medienphilologie>

weiterüberliefert werden sollen, erfordern einen erweiterten Begriff des philologischen Textkanons.

Neue Medien sind - nach einem "Zwischenspiel" (Zielinski) analoger, d. h. signalwandelnder AV-Medien - wesentlich eine Wiedereinkehr von "Texten": Symbolketten auf Turingmaschinen-Bändern; der alphanumerische Code als Quelltext (wenngleich in seiner tatsächlichen Verkörperung, "implementiert" in der Elektronik des Computers, wieder "binäre" Spannungsimpulse als Grenzwert analoger Schwingen, mit Fourier). Bleibt die Unschärfe als Teufel aller philologischen und editionswissenschaftlichen Exegese: Zwar geht es im Digitalen als symbolischem Code um eindeutige Entscheidungen von A | B, oder O | 1 oder Ja | Nein, doch zeitigt die materielle Implementierung Schwellwerte und Grenzzustände.²⁸³

Selbst die Dialektik (der Widerstreit) von Buchstabe und Zahl (die Gretchenfrage der DH *versus* Literaturwissenschaft) ist aufgehoben im Computer selbst: im ASCII-Code.

Eine Archäologie der Philologie als *Medienphilologie* reaktualisiert nicht schlicht deren jeweiligen (kultur-)technischen Fassungen und dabei historisch variierende Kulturtechniken des Suchens, Blätterns und Findens; modellbildend für solche Analysen ist vielmehr *die Aktualität* der Turingmaschine. Auch diese "liest" mit der Schere, aber radikal post(kultur-)historisch.

Zum Begriff der "Digital Humanities" und humanistische Kritik des Digitalen

In der Selbstbeschreibung des Periodikums *Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaften* (grkg) heißt es seit 1960: "Die Humankybernetik (Anthropokybernetik) umfasst all jene Wissenschaftszweige, welche nach dem Vorbild der neuzeitlichen Naturwissenschaften versuchen, Gegenstände, die bisher ausschließlich mit geisteswissenschaftlichen Methoden bearbeitet wurden, auf Modelle abzubilden und informatisch zu analysieren" - also DH *avant la lettre*.

"Gegenwart ist die Erfüllung eines Zeitmoments mit Realität [...]. Der Lebensverlauf besteht aus Teilen, besteht aus Erlebnissen, die in einem inneren Zusammenhang miteinander stehen"²⁸⁴ - im Unterschied zum filmischen Schnitt und zur getakteten mechanischen Zeit. Flugzeugdistanz ist nicht geprägt durch das sukzessive Erleben des Dazwischenliegenden, sondern wird zum Intervall: soundsoviel Stunden als Angabe, "das diskrete Zeitquantum der Distanz" im Sinne Virilios. "Die Diskretisierung von Zeit ist in der maschinellen Technik essenziell" (Rainer Bayreuther). Die Eigenzeit der Maschine (Totzeit / Laufzeit) ist gegen die Zeit der Umwelt abgeschirmt (unterliegt aber ihrerseits der physikalischen Entropie). Im Gegensatz zur konstituierlichen Zeitauffassung Unterteilung der Zeitachse in Intervalle: "Die so mit den Zahlen

283 Elektronische Kommunikation von Ute Holl, 14. März 2015

284 Wilhelm Dilthey, *Der Aufbau der geschichtlichen Welt in den Geisteswissenschaften* [*1910], Frankfurt /M. 1970 bzw. 1981, 240

0,1,2 ... berechneten Zeitpunkte $t_0, t_1, t_3 \dots$ nennen wir *Takte*²⁸⁵; Rechenzyklen im Computer entsprechen damit dem innermusikalischen Rhythmus ("Musik" im Sinne von "Elektronik" und "Informatik").

"Wir verhalten uns gegenüber dem Leben, dem eigenen so gut als dem fremden, verstehend"²⁸⁶ - im Unterschied zur chrono-technischen, implizit sonischen Resonanz zwischen Zeitsignalen und ihrem Meßgerät. Von der *universitas litterarum* zum alphanumerischen Code wandelt sich das Wesen der neuzeitlichen Universität: zunächst das klassische Primat der "Geisteswissenschaften" (Dilthey), dann die "Austreibung des Geistes" aus denselben" (Kittler).

Es gibt einen Vorlauf von Digital Humanities im 19. Jahrhundert, gedeutet als vernaturwissenschaftliche Geisteswissenschaft. Exemplarisch dafür steht die Art und Weise, wie Hermann von Helmholtz mit seinen technischen Signalanalysen einen Beitrag zum Verständnis der menschlichen Musikästhetik leistete.²⁸⁷ Der Einsatz elektrotechnischer Apparate für geisteswissenschaftliche Forschung bildete Verfahren der *Analog Humanities*. Helmholtz höchstselbst setzte - vergleichbar dem Einsatz des Computers in der Geisteswissenschaften heute - technisches Meßgerät zur Erkundung ästhetischer Phänomene ("Musik") ein: elektromagnetisch stabilisierte Stimmgabeln zur künstlichen Vokalsynthese etwa, ein erster Sprach- und Klangsynthesizer.

Buchstäbliche Möglichkeitsbedingung für den wissenshistorischen "Humanismus" in der Renaissance war dessen philologische, textkritische Tradition; dementsprechend verlangt die Gegenwart nach einer *Medienphilologie von Software*. Morettis "distant reading" ist eine Methode der Digital Humanities einerseits; unter der Hand bedarf es eines umso philologischeren "close reading" des hinter diesen analytischen Algorithmen ("analytics") stehenden Codes. In der Medienphilologie beerben Critical Code Studies, die Textkritik des Humanismus, brechen zugleich aber mit deren hermeneutischer Tradition. Kein vielfacher biblischer Wortsinn steht hier Pate.

Dem Digitalen fehlt die (Fähigkeit zur) Ironie²⁸⁸, doch verkörpert es die kritische Distanz.

Steht eine post-klassischen Verteidigung der "Geisteswissenschaften" an?

285 Mark Aronowitsch Aisermann et al., Logik - Automatik - Algorithmen, München / Wien 1967, 59 f.

286 Dilthey 1910/1981, 242

287 Siehe Hermann Helmholtz, Ueber das Verhältniss der Naturwissenschaften zur Gesammtheit der Wissenschaften. Rede zum Geburtsfeste des höchstseligen Grossherzogs Karl Friedrich von Baden und zur akademischen Preisvertheilung am 22. November 1862, Heidelberg (Mohr) 1862

288 Akzentuiert Jean Baudrillard, Warum ist nicht alles schon verschwunden? Berlin (Matthes & Seitz) 2008

Eine (wenngleich erst in nachträglicher Wissensgeschichte so gedeutete) Initialzündung von Digital Humanities entstammt der Kopplung aus Mediävistik und Medienphilologie: Pater Roberto Busa erstellt, unterstützt von IBM, einen digitalen Thesaurus der Werke Thomas von Aquins (der höchstselbst als scholastischer Aristoteles-Übersetzer den Begriff *to metaxy* ins lateinische *medium* überführte). Dieses Feld heißt nun "cultural analytics" (Lev Manovich) oder "culturomics"; in Form von Googles N-gram Viewer ist es für alle online-Nutzer möglich geworden, rund 15 Millionen Bücher nach semantischen Begriffen zu durchforsten und deren Frequenz auf einem Zeit-Diagramm abzulesen. Resultiert diese Form von algorithmischer Analyse in Digital *In*humanities?

Demgegenüber reizt eine Aktualisierung der "Geisteswissenschaften": nicht als Rehumanisierung von Technik, sondern als Kunst, epistemologische Erkenntnisfunken auch aus nicht-menschlichen Verhältnissen und ihrem impliziten Wissen zu schlagen, als "Humanities of the Digital" (Jan-Claas van Treeck). Eine Vergeisteswissenschaftlichung des Digitalen (statt Aktualisierung der klassischen Geisteswissenschaften durch die schlichte Digitalisierung und *online*-Zirkulation ihrer Datenbanken) ist die Kunst, jene Fragen zu finden, deren Antworten algorithmische Intelligenz großer Datenmengen längst liefern.

Nachdem mit Kittlers Programm in den 1980er Jahren der Geist aus den Geisteswissenschaften im Namen einer psychoanalytisch, diskursanalytisch und technisch orientierten, emergierenden Medienwissenschaft ausgetrieben worden war, steht nun ihr behutsames *re-entry* an: *Medienphilologie von Software*. Während Lev Manovich in seine Beitrag zu Barrys *Understanding Digital Humanities*-Buch "How to Compare One Million Images?" an Morettis "distant reading" anschließt, gilt unter der Hand ein umso philologischeres "close reading" des hinter diesen analytischen Algorithmen ("analytics") stehenden Codes. Es bedarf einer "Intellektualisierung" im technischen und aufklärungstaktischen Sinne von *computing intelligence*. Ist die wissenschaftliche Methode von *cultural analytics*, also algorithmenbasierte Durchforstung digitaler Archive. Dies ist - frei nach einem Begriff Kittlers - "Mißbrauch von Heeresgerät"? Es ist die amerikanische NSA, welche für ihre Überwachung der weltweiten digitalen Kommunikation längst die leistungsfähigsten Metadatenpeicher und Algorithmen zur Text-, Klang- und Bilderkennung entwickelt hat. Kultur- und Geisteswissenschaften sollen auf der Hut sein, nicht im Namen der Digital Humanities genau dieser stochastischen Datenbankästhetik auch noch die akademischen Weihen zu geben.

Gerade "Digital Humanities" bedürfen der *Geistesgegenwart* algorithmisierten Wissens. In ihrer spezifischen Epistemologie stellt Medienwissenschaft nicht nur eine Disziplin in den Geisteswissenschaften, sondern zugleich ihre Alternative dar.²⁸⁹ Nach der *Austreibung des Geistes aus der Geisteswissenschaft* steht nun ein Wiedereintritt von Geisteswissenschaft gegenüber den Digital Humanities an - nicht in Diltheys Sinn einer Verstehensversuch der Intentionen individueller Autoren, sondern als die Kunst einer anderen Hermeneutik, epistemologische Erkenntnisfunken zu schlagen, gegen die "dürftigen" Forschungsergebnisse (im Sinne einer notwendigen Supplementierung durch

289 Ein Gedanke von Claus Pias, elektronische Kommunikation vom 15. Februar 2008

epistemologische Fragestellungen) der *big data*-basierten Digital Humanities, zugunsten von *Humanities of the Digital*.

Der Begriff der Geisteswissenschaften hatte einst seinen Sinn verloren, weil er die Frage nach den technischen Bedingungen von Kommunikation zu stellen vergessen oder sich geweigert hatte, um die der Humanismus noch wußte, als wissensstiftende "Telekommunikation im Medium der Schrift"²⁹⁰.

[Vom Digital Humanities Centre des University College London (UCL) werden neben der Informatik und den Geisteswissenschaften die Informationswissenschaften (information studies) genannt. "Dabei wird unter DH die Anwendung digitaler und 'Computer-Methoden' auf die geisteswissenschaftliche Forschung bzw. umgekehrt die Anwendung geisteswissenschaftlicher Methoden auf digitale Objekte verstanden [...]."²⁹¹]

Der "Geist" wäre neu zu definieren. Er weht sprichwörtlich, wo er will. Dem kommen nun Suchalgorithmen und Entropiewerte als Erschließungsmodus von großen Datenmengen auf die Spur. Dies ist allerdings keine neue Hermeneutik mehr; Saussures *Cours de linguistique générale* von 1915 ersetzt die Suche nach Tiefenbedeutung radikal durch die Suprematie der buchstäblichen Signifikanten: anagrammatische Medienphilologie nicht *avant*, sondern *avec la lettre*. "Den Buchstabensalat gewisser altlateinischer Verse, die die Literaturhistoriker überlesen hatten, sucht der einsame Wahnsinn Saussures auf Götternamen ab."²⁹²

Es waren die "Hilfswissenschaften" der klassischen Geisteswissenschaften, welche einst Datenbanken produzierten, welche nur noch algorithmisch bewältigt werden können; so "hat gerade die immense Wissensmasse, die die Geisteswissenschaften produzierten, eine andere Handhabung heraufbeschworen"²⁹³.

An die Stelle der alten geisteswissenschaftlichen Kategorie "Geschichte" treten nun Temporalitäten, eine Repluralisierung der Geschichte nicht in Geschichten, sondern Zeiten: statistische Zeitreihen.

Die neue Hermeneutik formuliert ihre "geisteswissenschaftlich" (epistemologisch) informierten Fragen in (Such-)Algorithmen. Akademische Basis dafür ist zuallerst eine kritische Philologie des Quellcodes selbst.

290 So paraphrasiert in: Heinz-Ulrich Nennen, *Philosophie in Echtzeit. Die Sloterdijk-Debatte: Chronik einer Inszenierung*, Würzburg (Königshausen & Neumann) 2003, 87

291 Hans-Christoph Hobohm (Rez. für H-Soz-Kult, Januar 2015), Fachbereich Informationswissenschaften, Fachhochschule Potsdam: Terras, Melissa; Nyhan, Julianne; Vanhoutte, Edward (Hrsg.): *Defining Digital Humanities. A Reader*, London (Ashgate) 2013; Warwick, Claire; Terras, Melissa; Nyhan, Julianne (Hrsg.), *Digital Humanities in Practice*. London (Facet Publishing) 2012

292 Kittler 1980: 9, unter Bezug auf: Jean Starobinski, *Les anagrammes de Ferdinand de Saussure*, in: *Mercure de France*, Februar 1964

293 Kittler 1980: 8

Michael Mahoney definiert Software als "dynamic artefacts"²⁹⁴. Daraus resultiert eine (Medien-)Philologie diesseits des Buchdrucks. Exemplarisch dafür stehen die Programme, die Friedrich Kittler in den vergangenen Jahren selbst geschrieben hat. Solch aktuelles, *medienkulturelle* Gedächtnis (der buchstäbliche Nachlaß der aktuellen Epoche) muß lauffähig gehalten werden. Der bloße Abdruck von Sourcecode auf Papier ist nicht hinreichend für seine medienkritische Untersuchung; die einzig sinnvolle Art der Analyse ist 'to actually run it' (George Dyson).²⁹⁵

Was literaturwissenschaftlich einmal Variantenforschung war, ist heute der DIFF-Algorithmus im "wayback"-Gedächtnis von Wikipedia-Einträgen. Hier kommen die buchstäblichen Wahlverwandschaften der affinen Daten zum Zuge, auf der Bitketten-Ebene. Mathematische Korrelation aber darf nicht mit kausaler Verknüpfung verwechselt werden; das Wesen der Informationsgesellschaft ist die Zählung, nicht die Erzählung. Im Rechner ist nichts un-ordentlich, sondern alles berechnet.

Für eine erneuerte Editionswissenschaft: Medienphilologie und Kritik der Suchmaschinen

Es ist die Quellenkunde der epistemologisch unfair so genannten "Historischen Hilfswissenschaften" in ihrem Wissen um die Materialität, die in der symbolischen Kodierung verschwindet. Die medienarchäologische Variante von Digital Humanities erliegt nicht länger der Materialitätsvergessenheit der traditionellen Literaturwissenschaft, gegenüber der sich techniknahe Medienwissenschaft einst gerade ausbildete.²⁹⁶ Philologie "nach" den technischen Medien heißt nicht deren Ende, sondern Modifikation "gemäß", "nach Maßgabe" derselben.

Vorreiter Archäologie

Foucaults Kritik der Hermeneutik läuft darauf hinaus, stummen Texten nicht mehr die Stimme eines Autors zu unterstellen, sondern Textserien zu bilden, sie anders anzuordnen, sie zu streuen und damit jenseits kommunikativer Absicht in "Monumente" von Aussagen zurückzuverwandeln, die sich *unter der Hand*(schrift) ihrer Verfasser artikulieren.

Im Unterschied zur "maschinellen Philologie" stand der Fachbegriff "Archäographie" zunächst für die rechentechnische Bearbeitung von Problemen in den archäologischen Disziplinen.²⁹⁷ Prähistorische Archäologie praktiziert

294 The Histories of Computing(s), in: Interdisciplinary Science Reviews, Bd. 30, Heft 2 (2005), 119-135

295 http://www.wired.com/magazine/2012/02/ff_dysonqa/all/1 (Abruf 27. September 2012)

296 Siehe Hans-Ulrich Gumbrecht / K. Ludwig Pfeiffer (Hg.), Materialität der Kommunikation, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1988

297 Gundlach 1968 "Maschinelle Philologie als historische Hilfswissenschaft", 232, unter Bezug auf die Fachzeitschrift *Computer and the Humanities* New York 1966 ff., sowie auf den *Newsletter of Computer Archaeology*; siehe ferner

"distant reading" nicht als diskursanalytische Tugend, sondern aus purer Not: der radikalen Abwesenheit von Schriftzeugnissen der vergangenen Kulturen.

Transformation des "historischen" Archivs: Serielle Geschichte, Kliometrie, alternative Zeitdiagramme

- Frederic Kaplan transformierte das tausendjährige Archiv der Republik Venedig, nachdem seine Urkunden einmal der Digitalisierung preisgegeben wurden, in die *Venice Time Machine*. Die Software-Analyse erlaubt nun breitangelegte graphische Namensidentifizierung und deren vieldimensionale Vernetzung; so wird die Logik der algorithmischen Massendatenerkennung einer vormaligen, anderen Archivlogik aufgezwungen. Fernand Braudels Modell einer temporalen Dreifaltigkeit an (Ereignis - Zyklus - lange Dauer), um ansonsten verborgenen, temporären Strukturen innerhalb der geschichtlichen Dynamik auf die Spur zu kommen²⁹⁸ - vertraut seit Nikolai Kondratievs Theorie der "langen Wellen" in der Ökonomie - wird hier auf Sekunden von Rechenzeit gestaucht.

Die Macht und das Machen (*poiesis*) der Algorithmen: Sozialstatistik

Resultiert der medienarchäologisch bewußte "kalte Blick" (*volens nolens* in der Deutung der Photographie durch Ernst Jünger) in einer Enthumanisierung kultureller Artikulationen? Bildet die Applikation der Algorithmen in Form der Digital Humanities gar die akademische Kehrseite der Verzifferung von Menschen im NS-Deportations- und Lagerverwaltungssystem?²⁹⁹

In seinem Aufsatz "Locating the Victims: The Nonrole of Punched Card Technology and Census Work"³⁰⁰ thematisiert Friedrich W. Kistermann nicht die technische Ereignisebene der Verzifferung des Menschen durch Lochkarten, sondern deren bürokratische Administration im NS-System; medienarchäologische Ebene kommt in der historischen Argumentation nahezu zum Verschwinden.

In der Broschüre *Technische Kommunikation. Überblick über wichtige Grundbegriffe der technischen Kommunikation (Computer, CAD/CAM, Telekommunikation)*, heißt es: "Daten sind numerische und alphanumerische Angaben über Gegenstände, Prozesse oder Vorgänge, die sich in einer für die Rechentechnik erkennbaren Weise codieren lassen."³⁰¹

Rolf Gundlach, Archäographie - eine anwendungsorientiert archäologische Disziplin, in: Archäographie (Archäologie und Elektronische Datenverarbeitung), Bd. I (1968)

298 Dazu Franco Moretti, Kurven, Karten, Stammbäume. Abstrakte Modelle für die Literaturgeschichte, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2009, bes. 22-25

299 Diese Frage stellt xxx Presner, xxx

300 In: IEEE Annals of the History of Computing 19, Heft 2 (1997), 31-45

301 Zusammengestellt von Hans Maschke, hg. v. Zentralinstitut für sozialist. Wirtschaftsführung beim ZK d. SED; 2. überarb. Aufl. Berlin 1985 ("Nur für den Dienstgebrauch"), 44; hier zitiert nach dem Exemplar der Druckschrift in der BStU, Akte MfS Abt. 26, Nr. 820

Lev Manovichs Forschungsprojekt *selfiecity.net - analysis and visualization of thousands of instagram selfie photos* am Department of Computer Science³⁰², CUNY schlägt aus dieser Einsicht post-soziologisches Kapital. Nicht offensichtliche Kriterien wie das Lachen in Motiven, sondern grundsätzliche Eigenschaften des genuin digitalen, also mathematisierbaren Bildes bilden dessen Grundlage, vertraut aus der Bildverarbeitung "such as brightness/saturation/hue statistics, measures of texture such as entropy, and measures of composition such as symmetry". Künftige Soziologie wird datentechnisch sein: "We considered the photos only as assemblages of colour pixels."³⁰³

Neben innovative Formen der digitale Erschließung solcher Daten- und Pixelarchive aber tritt nach akademischen Kriterien eine Quellenkritik der Erschließungsalgorithmen selbst. Angesichts populärer Visualisierungen (etwa Googles Ngram-Viewer) historischer Archiv- als Datenbestände in den Digital Humanities und in elektronischen Netzwelten³⁰⁴ ist Quellenkritik notwendiger denn je, als eine Kritik des Quellcodes.

DH ist nicht schlicht eine Funktion von "big data". Manovich reflektiert gut medienarchäologisch gegenüber der Fokussierung auf Algorithmen (die Mathematisierung der Computeranalyse) deren technische Bedingung mit: "If we are talking about research methods and techniques, the developments in computer hardware in the 2000s, including the increasing CPU speed and RAM size, and the use of GPUs and computing clusters, were probably more important than availability of larger data sets."³⁰⁵ Doch hard- und softwarefokussierte Quellenkritik tritt zumeist zurück zugunsten eines rein optischen "User-"Verhältnisses zum rechnenden Raum; die Datenmodelle in ihrer techno-logischen, algorithmischen und protokollhaften Natur bleiben zumeist eine *black box*. Was zählt, ist lediglich die Relationen von Input und Output. Der Datenabruf erfolgt in sogenannter Echtzeit; auch in der Ökonomie (dem High Frequency Trading der Finanzwelt) geht das Bestreben in Richtung Reduzierung der Lagerzeit (akkumuliertes Kapital) gen Null.

Kritik der "Digital Humanities"

Wissensarchäologie entdeckt zum Einen Digital Humanities *avant la lettre*; in ihrer algorithmisierten Form aber kalkuliert sie ausdrücklich *avec la lettre* (Buchstabenstatistik, Markov-Ketten).

Gabriel Tarde definierte seine Epoche durch „deux sortes de recherches que notre temps a mises en grand honneur, les études archéologiques et les études statistiques“; der Statistiker, wie der Archäologe, „jette sur les faits humains un regard tout abstrait et impersonnel“ - der wissensarchäologische Blick.³⁰⁶

302 Siehe Manovichs "lab" softwarestudies.com

303 http://manovich.net/content/04-projects/081-urbansocialmedia/manovich_exploring_urban_social_media_edit.pdf

304 Siehe etwa timemachineproject.eu (Frédéric Kaplan)

305 Manovich, in "Science of Culture" [2015]

Ganz im Sinne Foucaults fordert Tarde analog zu einer Archäologie aller Disziplinen u. a. „une archéologie juridique, politique, ethnologique, artistique enfin et industrielle“ als deren Statistik (120 f.). Auch André-Marie Ampère rückt in einen *Tableaux synoptiques des sciences et des arts* (3. Tableau) die *critique archéologique* in Nachbarschaft zu *statistique* (Sozialökonomie) und *cybernetique* (Politik); „l'archéologie <...> va naturellement se placer entre l'ethnologie et l'histoire“: Essai sur la philosophie des sciences, ou: Exposition analytique d'une classification naturelle de toutes les connaissances humaines, Vorwort (xvii).

Allerdings ist damit nicht die klassische Archäologie gemeint, sondern die *posthumanistische Archäologie*.³⁰⁷ Die klassische Archäologie verfährt zutiefst hermeneutisch; geradezu historiographisch verhält sich der Archäologe, "wenn er, ein Ganzes nachbildend, aus den erhalten gebliebenen Fragmenten die Gestalt des dazugehörigen Ganzen ergänzt"³⁰⁸.

Statistik beschreibt Zustände; sie verhält sich affin zu Diskursanalysen vom Typus Foucault: Serien, Reihen sind ihr Gegenstand. In *Die Ordnung des Diskurses* referiert Foucault auf die wesentlich von Pierre Chaunu geprägte, mit seriellen Daten operierende Geschichtswissenschaft; es sind die archivischen Lagen selbst, die zwangsläufig Serien hervorbringen. Eine diagrammatische Anordnung und operative Folge von Zeichen und Graphismen ist bereits die Formierung einer Aussage. Der im Unterschied zum historischen Diskurs entsubjektivierte Archäologie-Begriff (entwickelt anhand einer *Prähistorie*, wo Subjekte *per definitionem* nicht vorkommen) korreliert mit dem kalten Blick der *sociologie pure*. Diese nimmt eine archäologische Sichtweise an; für Archäologen (bezogen auf Artefakte) wie Statistiker (bezogen auf Prozesse) gilt: "Beide werfen einen vollkommen abstrakten und unpersönlichen Blick auf die menschlichen Tatsachen."³⁰⁹ Die wissensarchäologische Qualität der Statistik liegt darin, der Narration verborgene Relationen, Latenzen sichtbar respektive akustisch erfahrbar zu machen; *histoire sérielle* in Paris (François Furet).

"A mesure qu'il s'enforce dans un passé plus profond, l'archéologue perd davantage de vue les individualités; au delà du XIIe siècle, les manuscrits déjà commencent à lui faire défaut, et eux-mêmes d'ailleurs, actes officiels le plus souvent, l'intéressent surtout par leur caractère impersonnel."³¹⁰ Genau diese Eigenschaft macht solche Texte formalisierbar, d. h. automatisier- und

306 Gabriel Tarde, *Les lois de l'imitation*, Paris 1890, Kapitel IV (Qu'est-ce que l'histoire?), Absatz „L'Archéologie et la Statistique“, 99 u. 114

307 Unter dem Titel *Posthumanistische Klassische Archäologie* steht der Titel eines Kolloquiums am Winckelmann-Institut der Humboldt-Universität Berlin vom 18. - 21. Februar 1999

308 Emilio Betti, Zur Grundlegung einer allgemeinen Auslegungslehre. Ein hermeneutisches Manifest, in: Festschrift für Ernst Rabel, Tübingen (Mohr) 1954, Bd. 2: Geschichte der antiken Rechte und allg. Rechtslehre, hg. v. Wolfgang Kunkel / Julius Wolff, 79-133(?)

309 Siehe Gabriel de Tarde, *Die Gesetze der Nachahmung* [*Les lois de l'imitation*, Paris 1890], Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2003, Kap. IV "Archäologie und Statistik", 113-162 (126)

310 Gabriel Tarde, *Les lois de l'imitation*, Paris 1890, Kapitel IV (Qu'est-ce que l'histoire?), Absatz „L'Archéologie et la Statistique“, 99ff (100)

berechenbar. Doch Medienarchäologie sucht die materiale Komponente als technisches Kriterium einer ansonsten Software-fokussierten Datenanalyse mit einzubeziehen.

Während Lev Manovich mit seiner Frage "How to Compare One Million Images?" an Morettis "distant reading" anschließt³¹¹, verlangt Medienphilologie ein umso insistierenderes "close reading" des hinter diesen analytischen Algorithmen ("analytics") stehenden Codes.

INTELLIGENTE SPEICHER, ALGORITHMISIERTE GEISTESWISSENSCHAFT. "DIGITAL HUMANITIES" UND IHRE CHANCEN FÜR LITERATUR- UND MEDIENWISSENSCHAFT

Für eine intelligente Adressierung strukturierter "big data" (*alias* Literatur)

Nachdem die Geburt der deutschsprachigen Medienwissenschaft mit der programmatischen, aber nicht realisierten "Austreibung des Geistes aus der Geisteswissenschaft" verbunden gewesen war, wird dies erst mit der effektiven Programmierung von Hochleistungsrechnern tatsächlich vollzogen. Der Diskurs der DH ist ein blasser, geradezu untoter Wiedergänger der heroischen Epoche kybernetischen Denkens. Nicht eine andere Epistemologie, sondern das schiere Mooresche Gesetz trennt DH von diesem Vorlauf. Heute vermögen Prozessorkerne jene Datenmengen zu verarbeiten, deren Algorithmen in den Diagrammen der kybernetischen Informationsästhetik längst definiert waren - für die Kalkulierbarkeit von Literaturen zumal. Ebenso wußte die Kybernetik um die Grenzen einer rein explorativen Durchmusterung von Symbolketten: "Jedes rein *stochastische* Vorgehen ist jedoch für Maschinen ebenso sinnlos wie für das menschliche Verhalten."³¹² Wenn weiterhin von Literatur und nicht schlicht von Markovketten die Rede sein soll, läuft dies einerseits auf eine veritable Medienphilologie, andererseits die Notwendigkeit von "Humanities of the Digital" hinaus (Jan Claas van Treeck), ausgehend von der Frage: "What did the Digital to the Humanities?"³¹³ Ferner resultiert daraus ein vom binären Computer nahegelegter, erweiterter Literaturbegriff. Im Sinne des kleinsten denkbaren Alphabets sind für die Algorithmen der "visual analytics" respektive "sonic analytics" Töne und Bilder ebenso alphanumerische *litterae*. Die Herausforderung von Textwissenschaft in Zeiten von DH wird darin liegen, den Literaturbegriff wieder zu begrenzen, statt der im Namen von "big data" verheißenen Entgrenzung.

Kritik am (anglophonen) Begriff der "Digital Humanities"

311 In seinem Beitrag zu Barrys *Understanding Digital Humanities*-Buch

312 Rul Gunzenhäuser, Zur Synthese von Texten mit Hilfe programmgesteuerter Zifferrechenanlagen [*1963], reprinted in: Kaleidoskopien Bd. 5 (2004), 170-183 (173)

313 So kommuniziert von Sumdandro Chattapadhyay, Treffen 3. Juli 2014, am Standort der Medienwissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin

Das Lehnwort "Digital Humanities" klingt zunächst befremdlich an einer nach den sprachgewaltigen Gebrüdern Humboldt benannten Universität. An dergleichen *alma mater* hat G. W. F. Hegel als Philosoph ausdrücklich zur Arbeit an der "Strenge des Begriffs" aufgerufen. "Digital Humanities" mögen besser in "Algorithmisierte Geisteswissenschaft" übersetzt und überführt werden - keine Rückkehr in Diltheys akademische Galaxie, sondern gekoppelt mit techniknaher Medienwissenschaft versteht sie sich als operative Epistemologie des Digitalen.

Die Verschanzung hinter dem Anglizismus "DH" indiziert eine gewisse Befremdung, als Indiz einer kritischen Distanzierung gegenüber eigenen Traditionen der Hermeneutik an der deutschen Universität. Die Geister treten zumindest in den Plural, und auch außerhalb des wissensarchitektonischen Gefüges der Universität: "Ubiquitous scholarship is marked by [...] the pen and the smartphone, the millennia-long histories of humankind and the real-time feeds of the now"³¹⁴, heißt es in einem Sammelband zu Digital Humanities, und: "The singularity of the "I-subject" has been transformed into the collaborative authorship of a 'we-subject.'"³¹⁵

Der Wiedereintritt von *humanities* nach der Austreibung des Geistes aus den Geisteswissenschaften, ist, in geradezu Hegelscher Dialektik, die technik- und mathematiknahe Medienwissenschaft als "Aufhebung" der Dichotomie von Geist und Technologie, parallel zum Wiederaufleben der kybernetischen Hypothese einer Aufhebung der Mensch-Maschine-Differenz in und als Signalverarbeitung. Medientheorie versucht sich an einer Geisteswissenschaft des Digitalen, bzw. "Humanities of the Digital" (frei nach Jan Claas van Treeck). Für die Kernoperation der neuen (kartesischen) Methode als Denk-Weg, nämlich den Algorithmus als schrittweise, analytische Problemlösung, heißt dies: Vor aller Implementierung in techno-logische Systeme, d. h. bereits *vor* allem Quellcode im informatischen und Quellkodierung im nachrichtentechnischen Sinne) bedarf des der Klärung, welches Problem durch Berechnung überhaupt lösbar ist (Turing's "Halteproblem" und die scheinbare Tautologie der *computable numbers*). Kriterien dafür sind Endlichkeit und Code-Effizienz (Rechenzeitdauer *versus* Datenmenge und Speicherkapazität) - klassische Kompetenzfelder wissenschaftlicher Vernunft. Der Programmablaufplan (*flow chart*) ist eine Form des *diagrammatic reasoning* i. S. von Charles S. Peirce, und jedem aktiven Programmierer ist die Notwendigkeit der Kommentierung des Quellcode neben den eigentlichen Mnemonics vertraut - ein Wiedereintritt von Hermeneutik und der damit verbundenen kritischen Computerphilologie.

Computerpoesie (wieder) lesbar machen

Digitalia haben die Eigenschaft, der sinnlichen Wahrnehmung nicht unmittelbar zugänglich zu sein; "sie müssen durch Software interpretiert und lesbar gemacht werden"³¹⁶. Eine zentrale Aufgabe von Wissensdesign ist also nicht schlicht die graphische Gestaltung großer Datenmengen unter Einsatz des

314 Anne Burdick / Johanna Drucker / Peter Lunenfeld / Todd Presner / Jeffrey Schnapp, *Digital_Humanities*, Cambridge, MA (MIT Press) 2012, 60

315 *Ibid.*, 84

316 Eric W. Steinhauer, „Wissen ohne Zukunft?“ Referat auf der Urheberrechtstagung am 9. November 2011 in Göttingen

Computers, sondern die Sichtbarmachung dieses Unsichtbaren in der Datenprozessierung selbst - den Prozeß eher als schlicht das finale Interface-Phänomen.

[Streng mit dem promovierten Literaturwissenschaftler McLuhan gelesen (*Understanding Media*, 1964) heißt kritische Medienanalyse, gegenüber der Oberflächen-Figur (dem sogenannten Inhalt) auf den technologischen Grund, die eigentliche Medienbotschaft abzuheben; gegenüber der literarischen Oberfläche lautet ihr "sonischer" Grund in Zeiten elektronischer Rundfunkmedien *acoustic space*. Ein Beitrag zum Begriff techniknaher Medienphilologie sucht damit zugleich dem Un-wort des "Medialen" zu widerstehen und den Textbegriff seinerseits konkret medientechnisch um die Analyse von Hardware-Konfigurationen, Schaltplänen und Quellcodes zu erweitern. Hinzu kommt ihr nachrichtentechnischer Zugriff, wie sie Claude Shannon mit seinem Text über "Entropy in English" meisterhaft vorgegeben hat.^{317]}

"Die Texte wandern von Papyrus, Pergament oder Papier ins virtuelle Interface ab - wobei die zugrunde liegenden numerischen Daten auch für die geübtesten Leser*innen unlesbar sind"³¹⁸ - die von Frider Nake so genannte "Unterfläche". Auch Filmphilologie behauptet beharrlich, was zählt, ist die Fortdauer von Film als Format, gleich in welchem technischen Dispositiv verkörpert. "Alle Kunst scheint aber an ihr Ende zu kommen, wenn auch der Text selbst verschwindet. Dieser ist im Computerzeitalter nur noch ein Oberflächeneffekt, der auf den Bildschirmen stationärer oder mobiler Endgeräte visualisiert werden kann (aber nicht muss). Die realen Datenströme zirkulieren derweil als Spannungsimpulse in und zwischen Computern."

"Unkörperlich" sind digitale Informationen nie: Sie bedürfen immer der zumindest zeitweiligen Implementierung in realer (Elektro-)Physik, um wirksam (und maschinen- sowie menschenlesbar) zu werden. An die Stelle des prinzipiell dauernden Drucktexts tritt der regenerative Text *auf Zeit*, das fortwährend Ephemäre, "the enduring ephemeral" (Wendy Chun). Der Vergleich des mathematischen Algorithmus mit der Kulturtechnik Kochrezept ist problematisch sowohl hinsichtlich der thermodynamischen Entropie und der elektronischen Materialität seiner Verkörperung (eben jenseits des performativen Menschen), welche die Rechenvorschrift erst in die Welt, d. h. in die Zeit bringt. Um *executable* zu sein, bedarf es für Software einer real operativen Maschine, denn ihre logischen Grundstrukturen lauten Sequenz, Entscheidung, und Schleife.

Aleida Assmann zufolge ist die Wissensgeschichte professionellen Lesens modellhaft eine Abfolge kultursymbolischer Deutungsrahmen, "die den Vorgang des Lesens steuern, indem sie definieren, welche Sinnbildungsverfahren jeweils zulässig sind"³¹⁹; heilige Text wie die Bibel waren nur dann wahrhaft

317 xxx

318 Exposé (Stephan Brändle / Maximilian Pötzsch) zur Beitrag zum Workshop *Lektüre im Zeitalter digitaler Medien*, Humboldt-Universität zu Berlin, 29. / 30. September 2017

319 Exposé, unter Bezug auf: Aleida Assmann: *Im Dickicht der Zeichen*. Berlin 2015

verständlich, wenn der Leerraum zwischen seinen Zeilen mit anderen Quellen oder Stimmen aufgefüllt wurde. An dieser Stelle kürzt Medienarchäologie drastisch ab, um sich nicht in kulturgeschichtlichen und -wissenschaftlichen Vorgeschichten und Diskursen zu verlieren, und schaut auf die herrschende Textsorte der Gegenwart: den Quellcode von Software, die nicht mehr von Priestern und Gläubigen, sondern von der CPU in Mikroprozessoren gelesen wird, um folglich für Menschengenau überhaupt erst lesbar zu sein. Dieser primäre nicht-menschliche "Interpretant" (i. S. von Peirce) ist algorithmischer Natur.³²⁰

Dem entspricht exemplarisch die sogenannte "ergodische" Literatur, die nicht fest geschrieben steht (außer im Quellcode), sondern im menschlichen Gelesenwerden sich ständig neu konfiguriert und entfaltet, etwa John Cayleys Hypercard-basierter Poesiegenerator *The Speaking Clock*.³²¹

[Im Sommer 2016 wurde dieses Programm durch Johannes Maibaum auf einem antiken PowerPC-Macintosh im Signallabor des Instituts für Musikwissenschaft und Medienwissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin wieder in Funktion gesetzt und in Form eines Screencasts im Streaming Media-Kanal YouTube dokumentiert.³²²]

Kybernetische Lektüre im Zeitalter digitaler Medien

Das Verhältnis von Digital Humanities und Literatur im engeren Sinne ist nur auf den ersten Blick ein privilegiertes. Daß sich "unter dem zunehmenden Einfluss digitaler Medien" der Umgang mit Texten "nachhaltig" verändert³²³ ist eine schwache literaturwissenschaftliche These. Demgegenüber emergiert als Funktion nachrichtentechnischen Wissens eine genuin autonome, neuartige Form des Begriffs von "Literatur", seit Zeiten der kybernetischen Informationsästhetik. So wurde im Hörspiel Max Benses, *Der Dialog der Terry Jo*, aus stochastisch organisierten Buchstabenmengen tatsächlich eine dramatische Form, mithin Literatur. Dies aber erfordert keine primär literatur-, sondern zunächst einmal radikal textwissenschaftliche Analyse, geradezu Medienphilologie (für die Datenstrings) und Medienarchäologie (für die sie prozessierenden Maschinen).

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

321 Siehe Espen Aarseth: "Aporia and Epiphany in 'Doom' and 'The Speaking Clock.'" In: Cyberspace Textuality. Computer Technology and Literary Theory, hg. v. Mary-Laure Ryan, Bloomington 1999, 31-41

322 <https://youtu.be/ZHyni32CyQA> (Version mit deutschen Untertiteln); <https://youtu.be/GY7NMslGm94> (Version mit englischen Untertiteln); die Funktionsweise des Programms wird erläutert und ein Beispiellauf des Programms nachvollziehbar

323 Exposé zum interdisziplinären Symposium *Lektüre im Zeitalter digitaler Medien* an der Humboldt-Universität zu Berlin, 29. / 30. September 2017 (Initiative und Durchführung: Stephan Brändle & Maximilian Pöttsch)

Was sich derzeit im Namen der sogenannten Digital Humanities vollzieht, ist in vielen Hinsichten eine Wiedereinkehr klassischer kybernetischer Denkweisen, Hypothesen und Werkzeuge. Deren Informationsästhetik ist damit ganz und gar nicht historisiert, sondern kommt überhaupt erst zum Vollzug. Was seinerzeit technisch kaum realisierbar war, weil es an den Prozessorkapazitäten röhrenbasierter Großcomputer scheiterte, ist nun mit High Performance Computing machbar: die algorithmische Durchmusterung von *big data*.

Die kybernetische Ästhetik hat solch distantes Lesen nicht *avant la lettre* von Digital Humanities, sondern *avec les lettres* längst praktiziert: mit der rechenleistungsbedingten epochalen Einschränkung auf die *medium size data* zumeist eines oder weniger Werke. In der Tat, jeder Text ist selbst schon buchstäblich eine "große Daten"menge, wenn nicht als Satzfolge, sondern buchstäblich entziffert, als statistische Menge gelesen im Sinne Markovs und Shannons, mit Übergangswahrscheinlichkeiten in Einzel- und Zweiergruppen, dann in Trigrammen usf.. Die Urszene dieser Form von zugleich "close" und "distant reading" war Markovs Analyse von Puschkins Poem *Eugen Onegin*), mithin also ausgerechnet Literatur, für Literaturwissenschaft eine nicht weniger frohe Botschaft als die Ursprung des Vokalalphabets aus dem Geist der homerischen Gesänge.³²⁴

Computergestützte Textanalyseverfahren zeitigen bislang eher triviale Resultate; der Datenberg kreißt und gebiert eine Wissensmaus. Entscheidend ist, überhaupt erst auf die Fragen kommen, die algorithmische *text analytics* entbirgt. Tatsächlich eröffnen binär kodierte Informationen "ganz neue Möglichkeiten der Verarbeitung, auch literarischer Werke" (Exposé), etwa die Entropie eines Textes zu messen, wie Manovich und Wannhoff es anhand von (zunächst allerdings noch singulären) abendfüllenden Spielfilmen, nach Einzelkadern sortiert, vollzogen haben.³²⁵ Die eigentliche Stunde von und für eine Medienwissenschaft, die den Computer als das modellbildende Medium zum Ausgang ihrer Forschung und Lehre nimmt, schlägt erst, wenn diese Form von *cultural analytics* (Manovich) auf die Datenmenge von einhundert Jahren Film selbst exponentiell erweitert wird.³²⁶

[DH unterliegen in solchen Operationen ihrerseits nach wie vor dem Primat des Visus in der alphabetisierten Kultur (McLuhan); im nicht-numerischen Computing aber gibt es keinen zwingenden Grund mehr, visuelle Diagramme zu privilegieren. Stattdessen erschließen sich durch die Sonifikation hochdimensionaler "big data", also durch die zeitliche Abfolge, dem Ohr als Erkenntnisorgan Muster gerade dort, wo sie im zweidimensionalen graphischen *plotting* noch zufällig erscheinen, etwa in Form von Autokorrelationen. David Worrall hat den höchst zeitkritischen Hochfrequenzhandel an der elektronischen Börse (wie es im Frequenzbegriff schon nahegelegt ist) sonifiziert wie Benoit Mandelbrot einst Fraktale; in beiden Verfahren zeitigt das Rechenmedium einerseits optische, andererseits klangliche Figuren.³²⁷

324 Dazu W. E. / Friedrich Kittler (Hg.), Die Geburt des Vokalalphabets aus dem Geist der Poesie, München (Fink) 2007

325 Siehe Matthias Wannhoff, xxx, *online* www.medientheorien.hu-berlin.de/hausarbeiten xxx

326 Eine These von Philipp Sander, Berlin (September 2017)

Tatsächlich verbirgt sich bereits hinter der Errechnung von Mandelbrot- und Julia-Mengen die musikalische "Algorhythmik" (Miyazaki) des Mikroprozessors.]

Medienarchäologie betreibt eine *Verunsinnlichung* von Literaturanalyse durch radikale Mathematisierung, um nicht in die hermeneutische Falle zu tappen, daß erst die menschliche Wahrnehmung und Kognition als Nachrichtensenke zählt, sondern - vorgeschaltet - bereits der technische Empfänger der kanalkodierten Signale.

Eine durch und durch algorithmisierte Literaturwissenschaft, die sich des Computers nicht schlicht als ergänzendes Werkzeug bedient, bricht mit traditionellen Theorien philologischer Lektüren. Doch epistemologische DISKONTINUIERUNG (ein wissensstrategisches Plädoyer Foucaults in Anschluß an Bachelard) besteht buchstäblich zum Großteil aus KONTINUITÄT.³²⁸ Dies gelingt kaum aus dem Innern der literaturwissenschaftlich orientierten Philologien, vielmehr allein in Distanz zum Fach, etwa als Medienwissenschaft. Der distanzierte Maschinenblick läßt sich auf Foucault als Textkorpus selbst anwenden.³²⁹

Maschinelle Philologie

Das *re-entry* geistvoller Fragestellungen in die algorithmische Analyse ist - seit Turings und Lacans Definition von Denken - längst kein Privileg von Geisteswissenschaften mehr. Die "Lektüre" kodierter Symbolketten ist nicht mehr exklusiver Vollzug des menschlichen Sinnesapparats; neben den körpergebundenen Kulturtechniken des Lesens und Schreibens gelingt vielmehr dem Lese-/Schreibkopf der *turingmaschine* in Verbindung von Anweisungstabellen das, wonach eine Geisteswissenschaft jenseits der Hermeneutik verzweifelt strebte: die (zumindest zeitweilige Suspendierung von vorschneller kultureller Sinnggebung, also der *Kalkül* "anstelle eines phänomenologischen oder hermeneutischen Verstehens"³³⁰. Die Turingmaschine basiert ausdrücklich auf Lese- und Schreiboperationen diskreter Symbole (*scanning*). Das Lesen alphabetischer Codes war (anders als Signalverarbeitung in Lebewesen) die längste Zeit ein Proprium menschlicher Kultur. Ein nicht-menschliches *close reading*, eine andere Philologie erlaubt erstmals der medienaktive, archäologische Blick des Computers selbst. Der *bit*-genaue, also ebenso "textkritische" Algorithmus operiert im Dienst all jener Datenmengen, welche das binäre Sampling von Text-, Ton- und Bildwelten und seine digitalen Speicher zur Analyse bereitstellen.

327 Dazu Florian Dambois, Angeschlagene Moderne, in: Andi Schoon / Axel Volmar (Hg.), Das geschulte Ohr, Bielefeld (transcript) 2012, 165-170 (152)

328 Ein Argument von Walter Seitter, Wien

329 Peer Trilcke, Frank Fischer: Fernlesen mit Foucault? Praxis des *distant reading* und zur Operationalisierung von Foucaults Diskursanalyse. foucaultblog 2016; <http://www.fsw.uzh.ch/foucaultblog/featured/141/fernlesen-mit-foucault>

330 Helmar Frank, Kybernetische Pädagogik, in: Simon Moser (Hg.), Information und Kommunikation [1967], 111-120; Wiederabdruck in: Kybernetische Pädagogik Bd. 1 (1973), 477-486 (113/479)

"The algorithm, a set of step-by-step instructions, is the heart of software programs, but these instructions have to be translated into a binary language that the computing hardware understands."³³¹ Dieser "Verstehens"begriff aber ist längst am Modell der Turing Maschine orientiert. Er wird damit nicht post-, sondern vielmehr infrahumanistisch in dem Sinne, daß die Turingmaschine dem Denken den Spiegel vorhält: Rechnet der Mensch (im Kopf oder ausgestattet mit kariertem Papier, einem Bleistift und einem Radiergummi), ist er selbst im Maschinenzustand.

"Jedes rein *stochastische* Vorgehen ist jedoch für Maschinen ebenso sinnlos wie für das menschliche Verhalten."³³² Lektüre als Dekodierung liest noch nicht Literatur, sondern ist buchstäblich(e) Auf-Lese, Sampling, ein Versammeln und Auflesen (algrisch *legein*, englisch *glean*) von Symbolketten mit Übergangswahrscheinlichkeiten.

Seit der Epoche von Lochkarten und -streifen enthalten kodierte Speichermedien "die Informationen in einer für Datenverarbeitungsanlagen lesbaren Form und sind in bestimmten Grenzen beliebig oft verwendbar."³³³ Damit löst sich die maschinelle Operation a) durch interne Autonomie und b) durch für Menschen nicht mehr leistbare Operationen in Zeit und Genauigkeit und Gedächtnis von körpergebundenen Kulturtechniken (insofern sie, mit Marcel Mauss definiert, in *Körpertechniken* gründen). Diese Differenz konkretisiert sich mit Schreibmaschinen- und Druckschrift, die buchstäblich "zwischen" Hand und Schrift treten (Heidegger, "Parmenides"). Ein Argument in Semen Karsakovs 1832er Entwurf einer komputativen *Ideenmaschine* lautet: Sobald Sprache in alphabetische Zeichen entäußert wird, ist sie als symbolische Ordnung mechanisierbar.³³⁴

Der Begriff von "Digital Humanities" ist nicht allein der matte Abglanz, sondern auch das Vergessen ihres Vorweglaufs unter dem schönen Namen der "Informationsästhetik". Maschinelle Philologie heißt Nutzbarmachung der elektronischen Datenverarbeitung in der textwissenschaftlichen Quellenkunde; so definierte es Gundlach 1968, also auf dem Höhepunkt des kybernetischen Denkens.³³⁵ Dies meint nicht schlicht eine Maschinisierung von Lektüre im traditionellen Sinn, sondern ebenso seine Mathematisierung (die eigentliche Bedeutung radikaler Medienarchäologie); mit Gödel und Turing wird der Algorithmus zum Inbegriff der "maschinalen" Operation selbst.

Das qualitative *close reading* weicht nicht schlicht einem quantitativen *distant reading* großer Datenmengen; deren Wert entfaltet sich erst in Kopplung mit einer neuen Qualität, der algorithmisierten Geisteswissenschaft.³³⁶ Gerade *computational analytics* will nicht länger das Kind (den Geist) mit dem Bade

331 Burdick et al. 2012: 53

332 Rul Gunzenhäuser, Zur Synthese von Texten mit Hilfe programmgesteuerter Zifferrechenanlagen [1963], in: Kaleidoskopien Bd. 5 (2004), 170-183 (173)

333 Siegfried Kühlewind / Klaus Schwedler, Datenträger. Fachkunde für Datenverarbeiter, 6., bearb. Aufl. Berlin (Verlag Die Wirtschaft) 1969, 7

334 Velminski / Ernst (Hg.), Semen Karsakov: Ideenmaschine, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 20xx

335 Gundlach 1968: 232

(den *streaming data*) ausschütten. Literaturwissenschaft unter hochtechnischen Bedingungen erfordert daher nicht nur neue, sondern durchaus vertraute Fertigkeiten im Umgang mit Software und anderen analytischen Werkzeugen, nämlich Quellenkritik im Doppelsinne der Informatik (Quellcodes) und ihrer materialen Verkörperung als technische Medien. Gerade der "kalte Blick" der Medienarchäologie bahnt den Weg für ein *re-entry* geisteswissenschaftlicher Kompetenz: die epistemologische Frage nach Wesen (objektorient) und den Vollzugsweisen (prozeßorientiert) des Hochtechnischen.

Texte als Statistik lesen

Geisteswissenschaften werden als *digital humanities* zu *science*. Damit gemeint ist die Verwendung von Meßwerten als Spannungswerten (elektronisch) respektive Zahlen ("digital"), um Hypothesen zu überprüfen. Die in Anschlag gebrachten Algorithmen selbst legen dabei neue Hypothesen erst nahe. Mit Zahlen lassen sich Muster und Bezüge ausdrücken, für die den klassischen Geisteswissenschaften bislang die Worte respektive Formeln und *termini technici* fehlten. Harold Bloom sagte 1973 voraus, sogenannte Intertextualitätsforschung werde einmal vom Computer abgelöst werden. "Ein traditioneller analoger Gelehrter" argumentiert aus Sicht der Naturwissenschaften "anekdotisch". Diagramme, Statistiken, Visualisierung - Reduktion auf Quantifizierung. Der Versuch einer - analog zur Biologie - evolutionären Theorie der Kultur wird sich "nicht in Worten, sondern in Gleichungen ausdrücken". Im Unterschied zur Natur aber erschaffen Menschen Dinge mit "Bedeutung", die der geisteswissenschaftlichen Erklärung bedarf - "ein Bereich des Verstehens, den Algorithmen und Zahlen nicht erfassen". Dem gegenüber stehen nun *deep learning*-Algorithmen, die durch die prozessorteknische Ermöglichungsbedingung massiver iterativer Rechenleistungen etwa stilometrische "Bedeutungen aus Daten" abzuleiten vermögen. Durch solch operative Hermeneutik lassen sich "neue Bedeutung von algorithmischen Mikroskopen entdecken <...>, die noch gar nicht gebaut sind."³³⁷

Werden hochkulturelle Texte genuin *medienphilologisch* verhandelt, sind sie nicht mehr auf ihre literarische Form beschränkt, sondern algorithmisch eben auch in ihrer Statistik und Stochastik erkennbar. Ausgerechnet der Diskurstifter der "Geisteswissenschaften" Wilhelm Dilthey sah im Buchdruck ein zählendes Verfahren zur Messung wissenschaftlich-ästhetischer Strömungen angelegt: "Es bedarf nur der Ausnutzung des" - *nota bene* - "gesamten Bücherbestandes unserer Bibliotheken nach statistischen Methoden. Durch eine solche wird man einmal das ganze Causalverhältniss einer geistigen Bewegung <...> in den wesentlichen Gliedern vorstellig machen können"³³⁸

336 Siehe Stephen Ramsay, *Reading Machines. Toward an Algorithmic Criticism*, Urbana 2011

337 So der Evolutionsbiologie Armand Marie Leroi, Cicero zählen. Algorithmus oder Kritik?, in: *Süddeutsche Zeitung*, 6. März 2015

338 Wilhelm Dilthey, *Archive der Litteratur in ihrer Bedeutung für das Studium der Geschichte der Philosophie*, in: *Archiv für Geschichte der Philosophie*, II. Band 3. Heft, Berlin (Reimer) 1889, 343-367 (355)

Digital Humanities sind dort noch sehr altgeisteswissenschaft, wo sie dem Narrativ eines Ursprungsmoments erliegen. Das betrifft die schon kanonische Geburtsstunde der *computational philology* selbst. Der Jesuitenpater Roberto Busa erstellte mit Unterstützung von IBM eine Konkordanz der Schriften Thomas von Aquins³³⁹ - welcher einst folgenreich als scholastischer Aristoteles-Übersetzer den Begriff *to metaxy* ins lateinische *medium* überführte.³⁴⁰

Die kybernetische Informationsästhetik hat hier weitere Wege gewiesen.³⁴¹ "Wie die Alpen aus zunehmender Flughöhe sichtbar werden, so auch die Archivmassen"³⁴² ; dem entspricht das statistische *mapping* von Kant-Texten, sowie der panoptische Datenblick als "distant reading"³⁴³ in den Digital Humanities. Immanuel Kants *Kritik der Urteilskraft* läßt sich nachrichtentechnisch lesen - nämlich mit signalverarbeitendem, textstatistischem Blick.³⁴⁴ Dies ist wahrhaft Philologie von (Seiten der) Medien, denn zunächst ist hier der Computer der aktiven Philologe. Um eine Philologie der Medien im anderen Sinne handelt es sich, wenn der Computer in seiner Hard- und Software selbst zum Gegenstand philologischer Kritik wird.

Als Digital Humanities *avant la lettre*: nahm die Mathematisierung geisteswissenschaftlicher Disziplinen bereits 1967 ständig zu. "Vor allem die Entwicklung der Kybernetik hat diesen Prozeß enorm beschleunigt", heißt gleich eingangs in Manfred Kiemles Informationsästhetik.³⁴⁵ Den tatsächlichen techno-logischen Maschine ist also das mathematische Verhältnis zur Welt vorgelagert, das Heidegger ("Zeit des Weltbilds") mit Descartes ansetzt. Das Wesen des Technischen ist daher zunächst nichts "technisches", sondern der mathematische *logos* der Technologie. Es war der Mathematiker Andrej Markov, der die nach ihm benannten Prozesse bzw. Ketten als Modell (und seitdem spezielle Klasse stochastischer Prozesse) für die Zufallsevolution eines gedächtnislosen Systems formulierte bzw. (als bislang latentes, "implizites" Wissen) entdeckte, wo "the likelihood of a given future state, at any given moment, depends only on its present state, and not on any past states"³⁴⁶.

339 Burdick et al. 2013: 123

340 Dazu der Beitrag von Wolfgang Hagen, in: Rösler / Münker (Hg.), Was ist ein Medium?, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2xxx, xxx-xxx

341 Siehe Wilhelm Fucks, Mathematische Analyse von Sprachelementen, Sprachstil und Sprachen, Köln / Opladen (Westdeutscher Verlag) 1955

342 Walter Seitter, Vortrag „Archäologie des Wissens. Die Rhetorisierung der Bibliothek“, Fakultät Medien, Bauhaus-Universität Weimar, 2. Februar 1998

343 Franco Moretti, Distant Reading, Konstanz 2016

344 Axel Roch, Adressierung von Texten als Signale über Bilder, in: Verstärker. Von Strömungen, Spannungen und überschreibenden Bewegungen, Jg. 2, Nr. 2, Mai 1997, hg. v. Markus Krajewski u. Harun Maye; *online* http://www.culture.hu-berlin.de/verstaerker/vs002/roch_adresse.html

345 Manfred Kiemle, Ästhetische Probleme der Architektur unter dem Aspekt der Informationsästhetik, Quickborn (Verlag Schnelle) 1967, 9

346 Editorische Anmerkung zu: Abraham A. Moles, Cybernetics and the Work of Art [*1965], in: Margit Rosen (Hg.), A Little-Known Story about a Movement, a Magazine, and the Computer's Arrival in Arts. New Tendencies and Bit International, 1961-1973, Karlsruhe (ZKM) / Cambridge, Mass. (MIT) 2011, 217-

Ergodik ist eine Herausforderung des Historismus. Vorgelagert ist dieser Offenlegung des stochastischen Prinzips eine quasi-archivische Operation, die statistischen Analyse von diskreten Zeichen: Markov-Ketten, ob nun alphabetisch, oder auch musikalische Notenzeichen. Eine solche Identifizierung von Übergangswahrscheinlichkeiten erlaubt im Umkehrverfahren die computerbasierte Synthese literarischer oder musikalischer Kompositionen: eine kybernetische Ästhetik, deren Feuer in den Herzen der Medienarchäologen (im Unterschied zur wissenschaftlichen Historisierung) noch brennt, als Differenz von systemübergreifender Operativierung *versus* schlicht anthropozentrischer Performanz.

Kittler nicht historisieren, aber indizieren

Friedrich Kittler schreibt am Ende seines akademischen Denkwegs, in *Musik & Mathematik Bd. 2: Eros*, von "Rekursionen" (in) der Mediengeschichte, konkret: die Wiedereinkehr der Funktionalität des altgriechischen Alphabets, das einmal als *ein* und derselbe Zeichensatz für musikalische Notation, mathematische Rechnung und eben auch zur Darstellung einer hochvokalisierten Sprache eingesetzt wurde, im Computercode. Dieser Autor wird nun seinerseits zum Gegenstand des "Kittler Bot" im Literaturarchiv Marbach, wo Kittlers Nachlaß (Manuskripte, selbstgelötete Synthesizer, Computerprogramme) liegen. Der sogenannte "Indexer" erschließt sein digitales Erbe. Der "Indexer", welchen diesen digitalen Nachlaß suchmaschinenhaft erschließt, erlaubt die gezielte Extrahierung der Kommentare Kittlers zu dem von ihm geschriebenen Quellcode seiner operativen Texte. So interessiert sich das philologische Archiv wieder für den "literarischen" Anteil.

Humanities zweiter Ordnung, nämlich in bester Tradition der Kritik antiker Textüberlieferung im frühneuzeitlichen Humanismus, ist *Medienphilologie von Software*.

P. S.: "Digital Humanities" - am Ende ein Nebeneffekt der NSA?

Distant reading heißt immer auch panskopische Überwachung als *dataveillance*. Googles proprietärer *Ngram viewer* als bevorzugtes Werkzeug von Literaturanalyse in Zeiten von DH korreliert mit der Epoche der IT-basierten positiven respektive negativen Rasterfahndung in der Epoche Herold im Bundesamt für Verfassungsschutz.³⁴⁷ "Digital Humanities", verstanden als die algorithmische Durchmusterung großer Datengruppen mit Erkenntniskriterien wie der Entropie als Informationsmaß jenseits der klassischen Identifizierung von individuellen Werken, wird von der NSA als *profiling* längst praktiziert. Eskalation der empirisch-statistischen Soziologie: "[...] sammelt man Daten und durchsucht diese mithilfe von Algorithmen nach Regelmäßigkeiten, die man dann in die Zukunft extrapoliert."³⁴⁸ *Predictive analytics* ist eine Kernoperation mit / über *big data*. So tendieren die Digital Humanities dazu, sich unwillkürlich

225 (225)

347 Dazu Josef Vogl, Grinsen mit Katze, in: Claus Pias (Hg.), xxx 1998

348 Eintrag "Predictive Analytics" in the *Glossary* of Geiselberger / Moorstedt (editing) 2013: 301

der Datenästhetik solcher Logistik anzupassen und deren Software-Heeresgerät für kulturelle Analysen umzuwidmen.

HEIMISCHE UND HEIMATLOSE MEDIEN

Es gibt ein Zeichen, das inzwischen so vertraut erscheint, daß sein Nutzer dessen Herkunft vergessen haben. Die Schreibweise des Ausstellungstitels *com@home*³⁴⁹ war ein gelungenes Spiel mit den ältesten Kommunikationsmitteln schlechthin, mit den Symbolen der Schrift und den Lauten der Sprache. Verbal ausgesprochen macht das "@"-Zeichen, das buchstäblich für E-mail-Kommunikation steht, wo es die Galaxis des Internets mit dem Computer zuhause verbindet, einen übertragenen Sinn: Willkommen "at" home. Im unscheinbaren graphischen "@"-Zeichen manifestiert sich eine Revolution im Kommunikationswesen, das Zusammenwachsen von Computer und vernetzter Telekommunikation, was die klassische Getrenntheit von privatem und öffentlichem Raum aufhebt. Eine Mauer fällt, die bislang teils sichtbar war wie die Wände in Wohnungen, und teils unsichtbar wie die Welt elektronischer Wellen im Äther.

Das "@"-Zeichen, das nicht umsonst wie ein Knoten aussieht, steht für die Verknüpfung von lokaler Adresse und Telekommunikation. Und doch ist, dem weltweiten MicroSoft-Imperium zum Trotz, das "@"-Zeichen keine Erfindung von Bill Gates, sondern selbst eine medienarchäologische Wiederentdeckung. Ursprünglich war es ein Sonderzeichen auf kaufmännischen Schreibmaschinen für die Fakturierung, also Rechnungstellung. Mit der Zeit der Rechenmaschinen und Taschenrechner hatte es seinen Sinn verloren und fristete ein Schattendasein auf den Tastaturen, bis daß 1972 der Amerikaner Ray Tomlinson das erste E-mail-Programm entwickelte und dabei auf das auf verwaiste @-Zeichen verfiel, um damit fortan in der E-mail-Adresse den Namen des Nutzers von dem des Mailcomputers abzutrennen. Und so wurde das "@" zum Wahrzeichen für eine neue Ära der Kommunikation, die das Ferne nicht mehr nur per Gerücht, als Brief, als Zeitung, als Radio oder als Fernsehen, sondern als interaktives Multimedien in die Haushalte brachte.

Doch dieses "@" ist zugleich ein Mahnmal, eine Erinnerung daran, daß die schriftlichen Kommunikationstechniken nicht zum Zweck des Gesprächs, sondern der Übertragung von Wirtschaftsdaten erfunden wurde. Homeshopping und Online Banking haben sich innerhalb kürzester Zeit durchgesetzt und sind typische Beispiele für die zunehmende mediale Kommerzialisierung des heimischen Alltags. Das für die Kommunikation im Internet wiedergeborene sogenannte "commercial @" ist ein unauslöschliches Indiz für die Erweiterung des Kommunikationshorizonts bis hin zum *embedded computing* als Haushaltsgerät, ebenso wie umgekehrt die Erweiterung des privaten Raums in die Öffentlichkeit durch das Mobiltelefon in seiner Allgegenwart. Privatheit ist nicht mehr an das Heim gebunden, sondern den Zeitmoment, wo ein Individuum dem gesellschaftlichen Raum durch *peer-to-peer* Kommunikation für einen Moment entzogen ist.

349 Ausstellung *com@home*. Vom Gestern zum Übermorgen der Wohn- und Kommunikationskultur, Museum für Kommunikation, Frühjahr 2005

Das einst kaufmännische "@"-Zeichen indiziert den Einbruch einer verborgenen Macht ins Daheim, das zu Zeiten von Sokrates *oikos* hieß, nach Gesetzen der "Oikonomia". Das "@"-Zeichen steht für die Codes und damit letztlich Zahlenwerte, aus denen die binäre geschaltete Multimediawelt gebaut ist. Noch nie war das Zuhause so vollständig kodiert wie mit den neuen und neuesten Technologien der Mikrokommunikation, vom ISDN-Anschluß zuhause bis hin zur fernbedienten Kaffeemaschine.

Privatheit?

Die Entwicklung der elektrischen (Telephonie) und elektronischen Kommunikationstechnik unterlief die Trennung von Öffentlichkeit und Privatheit rasant. Nicht von ungefähr ist von zuhause vertraut, was als Technologieschub im Zweiten Weltkrieg begann, etwa der UKW-Funk, der nun nicht mehr zur Kommunikation zwischen Panzern, sondern über die Raumgrenzen hinweg als Baby-Phone zur akustischen Überwachung des jüngsten Nachwuchses dient. Und was in George Orwells Utopie, seinem in Kalten Krieg verfaßten Roman namens *1984* noch ein Zeichen des Überwachungsstaats war, nämlich das anonyme Kamera-Auge (der "Televisor"), ist inzwischen in jedem dritten Haushalt an der Türklingel installiert. So wird aus den Zukunftsutopien von 1948 die "vergangene Zukunft" im Rückblick von 2005.

Telekommunikation zuhause, also auf kleinstem Raum, ist seit der Fernbedienung von Radio und TV vertraut. Doch war Kommunikationstechnik zuhause die längste Zeit in jeweils operativ geschlossenen Systemen getrennt: ein elektrischer Staubsauger war nicht direkt mit dem Fernsehen gekoppelt. Anders sieht dies aus, seitdem digitale Mikro-Controller Einzug in den Privatraum halten, und Sensoren die ständige Kommunikation zwischen Zentralcomputer und Individuum, zwischen digitaler und analoger Welt, zwischen Rechnern und Körpern aufrechterhalten.

In der heimischen Welt verleiht der „Mood Manager“ den individuellen Stimmungen durch Einstellung von Licht, Tönen und Bildern Ausdruck. Technische Sensoren sind die ultimative biopolitische Selbstüberwachung. Kommunikation geht damit in die allgemeine digitale Signalverarbeitung unserer Sinne über - Adressierung, Übertragung, Speicherung und Rückkopplung, ein vollständiger Medienverbund in den eigenen vier Wänden.

Kommunikation "@home" gewährt unerwartete Optionen. Unsicher bleibt, worauf dies tatsächlich hinauslaufen wird. Das Bildtelefon etwa ist als Erfindung so alt wie das Fernsehen selbst, und doch geriet es zunächst wieder in Vergessenheit. Zukunftsvisionen sind aus medienarchäologischer Perspektive immer auch schon "vergangene Zukunft". Ende des 19. Jahrhunderts wurde in Ungarn ein Telephonnetz nicht zum Zweck langer Gespräche, sondern zur Live-Übertragung von Opern ins heimische Wohnzimmer installiert. Lange war nicht klar, welches Medium zu welchem Einsatz kommen würde.

Scheinbar koloriert eine enorme Medienvielfalt den Alltag, doch tatsächlich entpuppt sich diese Medienvielfalt als neue Einfaltigkeit: die Universalherrschaft des Metamediums Computer im Bündnis mit dem Internet. Das sogenannte *home-networking* ist die nach Innen gestülpte Kehrseite des

Internet, ein auf das traute Heim geschrumpftes World Wide Net. Peripheriegeräte stellen ganz konkret die Frage der Konvergenz bislang getrennter heimischer Technologien im "Internet of Things", das durch eine Multiplikation von IP-Adressen für Mikroprozessoren ermöglicht wurde. Aus dem vertrauten Gerätspark wird ein zentral steuerbares virtuelles Heim, der Zweitkörper des Zuhause selbst.

Wohnkultur änderte sich mit den Techniken der Kommunikation immer schon. Die ISDN-Buchse fungiert seit geraumer Zeit als neue Form des Briefkastenschlitzes, und der heimische PC als eine Nachrichtensenke für ungezählte gewollte und ungewollte E-mails. Das Recht auf Privatheit meinte einmal geschützt zu sein von Störung durch äußere Einflüsse. Heute unterlaufen die elektronischen Schnittstellen dieses Recht mit attraktiven Flat-rates; das permanente *online*-Sein unterminiert das Recht auf *off-line*-Pausen. Mit jedem Klingeln des Telephons, wie es Walter Benjamin für seine Berliner Kindheit schon drastisch beschrieben hat, bricht Öffentlichkeit ins Heim ein - und seit Neuestem auch unterwegs.

Mit allergrößter Selbstverständlichkeit sind Mobiltelefon und *smart phone* inzwischen ins Leben integriert; die klassische Unterscheidung von Innen und Außen, Privatem und Öffentlichem als Erbe des bürgerlichen Zeitalters beginnt sich aufzulösen. Mit mobilen Telephonen und zeitversetzbarer Message-Box erlischt die präzise Verortung von privater Kommunikation in Raum und Zeit; die Wohnung ist kein aristotelisches Theater im Sinne der Einheit von Handlung und Ort mehr. Es kommt zu einer elektronisch bedingten Realitätsverschiebung. Der Videorecorder ermöglichte es dem Fernsehzuschauer, seine Lieblingssendung zu einem selbst bestimmten Zeitpunkt anzusehen. Fernseher und HiFi-Anlage können durch eine mobile Steuerung von jedem Ort aus bedient werden. Aus dem Daseinsverhältnis von Sein und Zeit wird eine technische Funktion von Heim und Zeit.

Doch wie tiefgreifend ist diese Veränderung der Kommunikation wirklich? Gewiß, an die Stelle der Post ist längst das Internet gerückt. Reale Pakete aber werden immer noch im realen physikalischen Raum überbracht. Dasselbe gilt für die Trägheit menschlicher Körper, allen Phantasien des quantenmechanischen Beamens zum Trotz.

Mit der Potenzierung der technischen Kommunikationsmöglichkeiten wächst das Problem, es auch mit Inhalten zu füllen. Bertolt Brechts nannte das Radio einst eine „nicht bestellte Erfindung“. Marshall McLuhan zufolge ist das, was unbesehen aller semantischen Inhalte fortwährend kommuniziert wird, am Ende das Medium selbst, seine technische Botschaft. Dies verrät sich im grammatischen Suffix "-bar": Erreichbarkeit, Kommunizierbarkeit nennt die Bandbreite des Mediums. Jedes Kommunikationsmedium zwingt den Sinnen des Nutzers sanft seine Gesetze auf. Am Telefon wird nicht mit den Augen geflirtet, sondern die Stimme moduliert; das Briefeschreiben wiederum rechnet damit, daß zwischen Schrift und Lektüre eine Zeitspanne liegt. Doch findet sich in einem frühen Handbuch über E-Mail-Programme der Ratschlag: "Schreiben Sie keine Romane. Das liest kein Mensch." So geht eine Briefkultur verloren.

Direktanschluß zur (Um-)Welt

Der nächste Schritt ist die Ankopplung der Körper selbst an die Signalübertragung, sein Direktanschluß, wie sie am Anfang der Experimente mit elektrischem Strom standen und von Science Fiction-Filmen wie David Cronenbergs *Existenz* (2000) längst durchgespielt wurde, als Verkabelung von Körper und Cyberspace, bei algorithmischer Echtzeitkalkulierbarkeit von Lebensfunktionen (*life-tracking*). Aus dem Direktanschluß von Lebens- und Datenstrom ergeben sich Konsequenzen für die Ästhetik des Daseins. Waren autobiographische Erinnerungen bislang in Form von Erzählungen, von Geschichten figuriert, tritt in dem Moment, wo – wie im Falle des ständig mit einer Datenbrille herumlaufenden Steve Mann – audiovisuelle Formen der digitalen Selbstaufzeichnung von Leben gigantische Speicher akkumulieren, die Datenbank mit sortierenden Suchmaschinen. IBM hat frühzeitig erprobt, wie man die Technik der automatischen Spracherkennung dafür nutzen könnte; das Echo darauf heißt nun der "Sprachassistent" Alexa. Wenn es dem Rechner gelingt, die Tonspur des Lebens zu analysieren und als Text abzuspeichern, kommt das Drehbuch des Lebens dabei heraus.

Der Briefkastenschlitz: Kommunikations-Schnittstelle zwischen Heim und Welt

Um in einen privaten Raum zu gelangen, muß geläufig eine Barriere überwunden werden. Der Eingang bildet die Grenze zwischen Privatheit und Geheimnis einerseits, Öffentlichkeit und *open access* andererseits. Türen und Zugangscodes können Träger von Mitteilungen sein, den Zugang gewähren oder verwehren. Insofern funktionieren Wohnungstüren wie die kybernetischen Türen im Innersten der digitalen Technik selbst, nach dem Prinzip von "An und Aus", von "Null und Eins": Kommunikation zuhause, als geschlossenes Universum, fließt genau dann, wenn die Tür geschlossen ist. Doch die Gesetze der heimischen Welt, die Oikonomia, sind durch elektronische Medien verunsichert worden; der Bruch zwischen vertrauten Kulturtechniken der Türöffnung und -schließung einerseits, und logischen Gattern in Computern andererseits, ist fundamental.³⁵⁰ An der Wohnungstür können mithilfe „digitaler Besucherbeantworter“ audiovisuelle Nachrichten hinterlassen werden, die vom Bewohner auch aus der Ferne abrufen werden.

Der Einbruch der Öffentlichkeit in den privaten Kommunikationsraum läßt sich datieren, und nirgendwo sonst als im ehemaligen Berliner Post-Museum fällt die Erinnerung daran nicht schwer. In Preußen wurden erste Versuche mit hölzernen Briefkästen im Hofpostamt zwischen 1766 und 1769 wieder eingestellt, u. a. deshalb, weil es als sittenwidrig angesehen wurde, daß man einer Frau ohne Absender schreiben konnte. Soweit die Senderseite. Auf Empfängerseite taten sich besonders Adelige lange schwer mit dem Gedanken, zuhause einen Türschlitz einrichten zu müssen für unpersönliche Postzustellung. Mit der englischen Post Office Reform (Rowland Hill) wurde im 19. Jahrhundert der Briefkastenschlitz zuhause verbindlich, und damit ein Standard von "com@home" gesetzt. Mit dem Wegfall der Empfangsanerkennung des Adressaten für gerichtliche relevante Post wird der Privatmann eine Adresse des Staates. Allein die Zustellmöglichkeit im

350 Zur Tür als Kulturtechnik siehe Bernhard Siegert, xxx

Briefkasten bedeutet schon eine rechtliche Verpflichtung - "die nicht-diskursiven Bedingungen für diskursive Ereignisse", wie mein Kollege Bernhard Siegert es treffend beschreibt. 1805 hat Napoleon in Paris die Nummerierung der Privathäuser verbindlich eingeführt; unter französischer Besatzung ist seitdem auch in Köln die Hausnummer 4711 vertraut. An die Stelle individueller Namen rücken Adressen als Variablen; auch idiosynkratisch wohlklingende E-mail-Adressen sind nichts anderes als die Maskierung einer Zahlenkette.

Big Brother @ home

Es gibt eine ganze Kultur von Web-Cameras im Internet, die ständig private Szenen zur Verfügung stellen. Seit der *Real life soap* TV-Experimentalanordnung Big Brother manifestiert sich seit Jahren eine Revolution im Gefüge des Verhältnisses von privat und öffentlich. Nicht länger wird die anonyme Macht des Kamera-Überwachungsauges als Bedrohung empfunden, sondern - im Sinne einer fatalen Strategie - durch lustvolle Überbietung angeeignet und als Chance zur Inszenierung des Selbst angenommen. Big Brother kreierte ein neues Verständnis von Transparenz des privaten Raums gegenüber dem öffentlichen Einblick.

Der Rückkanal unterläuft das "Heim"

Broadcasting meint zunächst Rundfunk; man sieht darin förmlich den Sendeturm und die nach allen Seiten sich ausbreitenden Wellen. Das aktuelle Internet und die technische Option des Rückkanals erlauben dem Zuschauer, selbst zum Sender zu werden. Brechts 1932 formulierte Forderung, den Rundfunk aus einem Distributionsapparat in einen Kommunikationsapparat zu verwandeln, hat Hans Magnus Enzensberger in seinem *Baukasten zu einer Theorie der Medien* dahingehend erläutert, daß die elektronische Technik eben „keinen prinzipiellen Gegensatz von Sender und Empfänger“ kennt. Es war die Reichspost der Weimarer Republik, welche die Nutzung von Radio als Rückkanal ausdrücklich untersagte. Der Rückkanal-Gedanke wird in der Medienphilosophie Vilém Flussers aufgegriffen, der in seinem Aufsatz "Die Geste des Telefonierens" die technische Möglichkeit zum wechselseitigen "Gespräch" betont. Kommunikationsmedien zuhause bewirkten indes einen Rückkanal der anderen Art: die Beobachtung des Beobachters. Audimeter war der Name für eine Blackbox, mit der Arthur Charles Nielson Einschaltquoten von Radioprogrammen errechnete, indem Empfangsgeräte in Privathaushalte damit ausgestattet wurden, um den aktuell geschalteten Kanal zu identifizieren. In einem Rechenzentrum wurden diese Daten mit anderen (Benutzerlogbücher) verrechnet und ausgewertet.

Das Telephon war in der Tat ein kulturelles Training zur Vorbereitung für den Internet-Anschluß. Mit der Mobilität von technischer Kommunikation in Zeit und Raum wird die klare Trennung von privatem und öffentlichem Raum unterlaufen; das Global Positioning System (GPS) macht Standorte zur mathematischen Funktion von Satelliten-Geometrie. Privatisierte Mobilität, Walkman, Handy und GPS machen das Zuhause universal. Am Ende sind die Nutzer telekommunikativ vollkommen "unbehaust" (frei nach Martin Heidegger formuliert). Das Telephon wird noch als Medium der Kommunikation zwischen

Menschen empfunden; längst aber ist das iPhone oder Smart Phone zur Szene ganz anderer Nutzungen geworden - die Kommunikation mit dem Medium selbst. Das "Mensch-Maschine-Interface" evoziert das Maschinische im Menschen selbst.

TV und Konvergenz

Fernsehen ist nur scheinbar ein Ort der Begegnung - ein rhetorischer Akt von Kommunikation, denn dieser Kontakt ist nur scheinbar. Nachrichtensprecher gaukeln am Bildschirm eine dialogische Blickbeziehung mit dem Zuschauer vor, schauen aber tatsächlich lesend dem Teleprompter in die Augen; da ist nichts, was den Zuschauer unsieht, außer das Gerät selbst.

Es war ein dramatischer Moment im Medientheater, als der klassische Empfang analoger TV-Sender per Antenne, also der sogenannte terrestrische Empfang, auf exklusiv digitale Signale umgeschaltet wurde. Das Verhältnis von Kommunikationsmedien und privatem Haushalt ist ständig im Fluß. Faßbar wird diese beständige Umordnung in der Diskussion um die Konvergenz von TV und Internet; es scheint, daß der Konsum beider Techniken durchaus an das Dispositiv des klassischen Wohnraums gekoppelt ist: PC im Arbeitszimmer, weil der Gebrauch des Internet tatsächlich ein aktiver Akt ist, TV-Set im Wohnzimmer, weil Fernsehen der eher passiven Freizeit, der Unterhaltung zugeordnet ist. Die technisch längst mögliche, aber lange tatsächlich verfehlte "Konvergenz" von Fernsehen und Computer war ein Indiz für die kulturellen Beharrungskräfte, die gegenüber der Technik am Werk sind, bis die technologische Eskalation diese Dichotomie der Signale selbst aufhebt. Doch am Ende eine E-mail vom Juni 2014: "Das ist der letzte Saft meiner Batterie. Die Kleine hat am Kabel geknabbert und das ist jetzt kaputt. Die Folge: Ich bin jetzt ohne Computer."

Von der analogen zur digitalen Kommunikation zuhause

Das Fraunhofer Institut stellte erstmals auf der Berliner IFA 2003 vernetzte MHP-Settop-Boxen vor, die den Fernsehzuschauer zum Content-Provider machen sollten: interaktive Dienste im digitalen Fernsehen auf Basis des Standards Multimedia Homeplatform. Filme, kommentierte TV-Sendungen und eigene Bilder können damit untereinander ausgetauscht werden. Aus traditionellen Programm-Konsumenten sollten damit selbständige "Programmierer" zuhause im Wohnzimmer werden, und am Ende steht Lev Manovichs Konzept der „cultural software“. Das digital erfaßte Fernsehen vermag damit zum tatsächlichen Kommunikationsgerät zu werden, als Verschiebung hin zum medienkompetenten Nutzerverhalten. "Software live!" (Hendrik Pantle) wird selbst zur Sendung. Konsequenter aber ist der Austausch wirklicher Software, nämlich Quellcode für Computerprogrammierung im Internet.

"NETZE"? DAS UNGLÜCK UND DIE DYNAMIK DISKURSIVER METAPHORISIERUNG
MEDIEN-TECHNISCHER BEGRIFFE

"Netz"begriffe, metaphorisch und unmetaphorisch

Medienarchäologie meint Medien in ihrer techno-logischen Verfaßtheit als materiell-logistische Doubletten und schaut daher einerseits möglichst präzise auf die Physik des Netzes (die Wahrnehmung der Ingenieure - reale Kabel quer durch den Atlantik, weniger dezentral als wir glauben - worauf Jochen Koubek heute schon hinwies), andererseits auf die symbolische Kodierung (das World Wide Web als Knotenwerk).

Ingenieure sehen das Internet physikalisch, Leitungen, visualisieren also anders als die Informatiker es anhand logische Knoten mit demselben Internet tun.

Im Kontext von Datenverarbeitung meint "physisch" so viel wie "tatsächlich"; wird der unmittelbare Zugriff auf Daten aber durch Routinen geregelt, ist er logisch.³⁵¹

Es geht einer Medienarchäologie des Netzes nicht um die Rekonstruktion von Diskursen, sondern von Topologien, von Graphen, wie sie etwa das Semantic Web bilden: also die Darstellung einer über einer Menge M definierten zwei- oder dreistelligen Relation, anders gesagt: Kanten und Knoten. Wird ein Graph in einen Untergraphen zerlegt und dabei nur die Geraden berücksichtigt, die in ihn hineinführen oder aus ihm herausführen, handelt es sich um eine Masche - die begriffliche Alternative zum Netz. Aber in Graphen strömt noch nichts; vielmehr bedarf das Internet des technischen Kurzschlusses zwischen zwei Zirkulation und Netz.

Hiermit gilt es der Versuchung zu widerstehen, diesen Sachverhalt in visuellen Metaphern zu repräsentieren - statt Netz-Metaphern wie dem Spinnennetz vielmehr Diagramme. Wenn schon Icons des Internet, dann im Sinne von Peirces "diagrammatischer Ikonizität" (Peirce selbst war praktizierender Kartograph).

Das Netz "weiß" inzwischen selbst um seine eigene Metaphorizität. Metapher meint, nachrichtentechnisch gelesen, Übertragung. Technische Übertragung ist immer schon "metaphorisch". Entmetaphorisierung des Netz-Begriffs bedeutet, das *metaphorein* technisch zu lesen. Das elementare Schema der Netz-Kommunikation ist sowohl "metaphorisch": `A übermittelt etwas an B´, als auch topologisch: `A modifiziert eine Konfiguration, die A, B, C, D usw. gemeinsam ist.³⁵²

Heinrich Heine kühlte die poetische Metaphorik seiner Epoche ab: "Sprühn einmal verdächt´ge Funken / Aus den Rosen - sorge nie! / Diese Welt glaubt nicht an Flammen / Und sie nimmt´s für Poesie.³⁵³ Dies schreibt Heine in einer Zeit, wo Funken selbst ein Effekt von Elektrizität und elektrischer Telegraphie geworden sind - als hätte in Aischylos´ Drama *Agamemnon* der Brand Trojas selbst jene Fackelpostkette entzündet, die den Untergang der Stadt nach Mykene meldete. Funken? "Metapherngestöber" (Ossip Mandelstam); "die Luft"

351 rororo-Lexikon 1987: 280

352 Lévy, in: Engell et al. (Hg.), Kursbuch Medienkultur 1999: 528

353 Heinrich Heine, Sämtliche Werke, hg. v. Elster, Leipzig / Wien o. J. Bd. I, 218

als Medium "erzittert vor Vergleichen" (ders.).³⁵⁴ Die Luft ist voll davon. Dies aber nicht nur metaphorisch, sondern in der Tat ist die Luft voll von Strahlungen; "in den Himmel schreibt die Radarspinne ihr zähes Netz" (Enzensberger³⁵⁵). Luft gilt als Übertragungsmedium seit Aristoteles (*to metaxy*); mit Heinrich Hertz aber wird die Übertragung, das Wellenfeld, selbst medienaktiv und operativ. Metaphern bedürfen seitdem nicht mehr eines physischen Mediums (und schon gar keiner medientheoretischen Fiktion eines "Äthers"), das (sie) überträgt.

Das "Verwandlungstempo der Geräteanwender" ist "immer ungleich langsamer <...> als das der Geräte", konstatiert Günther Anders in (und als) *Die Antiquiertheit des Menschen*. Es gibt Momente, in denen Mediensysteme längst schon etwas praktizieren, für das die Umgangssprache noch keinen rechten Begriff hat. Aufgabe von Medientheorie ist es, solche Emergenzen rechtzeitig zu reflektieren, von dem Moment an, wo es möglich ist, das Phänomen - etwa das Internet - in *termini technici* präzise zu fassen.

Im Sinne einer Kritik begrifflicher Metaphern war Leibniz auf der alternativen Suche nach einer *characteristica universalis*, die sich gerade nicht in Alltagssprache und ihrem Medium, dem Vokalalphabet, metaphorisch schreibt, sondern in Zahlen und algebraischen Symbolen, analog zur "Begriffsschrift von Frege und zur "maschinellen Notation" von Babbage. Im 19. Jahrhundert setzt sich die kulturtechnische Avantgarde mit technisch implementierten Topologien auseinander: Mathematik, Vektorisierung des Raums, gebunden an die Materialität von Kabeln, Synapsen, Schaltkreisen, Prozessoren, Molekülen. Eine Schaltung von Leitungen wird zum "Netz" erst im Begriff von Knoten und Kanten - gekoppelt an eine Logik und Physik, nicht Metaphorik des Netzes.

Paul Baran kritisierte Graphen im Stil von "spider-webs", denn "without adequate usable interconnection <...> such networks fall apart under simulated attack" <12>. Baran metaphorisiert in seinem RAND-Bericht von 1967 zwar noch: "What a Message Block Is ... An Analogy to a Letter"; die Logistik des Internet aber zerstückelt gerade den Körper des Briefes (und des Postboten).³⁵⁶ Dein klassischer Brief kann das: "The adaptive property of the network causes message blocks to travel by different paths", ein "random routing phenomenon", das natürlich Redundanz erfordert.³⁵⁷ Jeder einzelne Punkt im Netz ist umgehbar und damit ersetzbar - von daher das "Packet-switching", das jede gesendete Botschaft in Parzellen aufteilt, über verschiedene Wege verschickt und am Ende der Adresse erst wieder zusammensetzt.

Das Internet unterscheidet sich von bisherigen Postsystemen dadurch, daß es in einer anderen technischen Materialität arbeitet, als Emanation des Computersystems selbst. So daß sich im Internet artikuliert, was in andern Systemen nicht repräsentabel ist, nämlich *computing* - also nicht nur das, was genausogut im Rahmen der Gutenberggalaxis ausgedrückt und verschickt

354 Zitiert nach: Jürgen Nieraad, "Bildgesegnet und bildverflucht": Forschungen zur sprachlichen Metaphorik, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1988, Einleitung (1)

355 Zitiert in Niehaart 1977: 47

356 Abb. in Baran 1967: 18

357 Baran 1967: 19

werden kann, zu kommunizieren, sondern ebenso "Meßdaten oder um Computerkonstruktionszeichnungen, die alle computertechnisch repräsentiert sind, oder anders als im Computer gar nicht zu haben wären"³⁵⁸ - Kommunikation nicht vermittelt durch Medien, sondern im Medium.

Die Dynamik dieser Medienentwicklung mag in bestimmten Wunschstrukturen ihre Verstärkung haben³⁵⁹; ihr Ursache hingegen bleibt eine technologische. Phänomene sozialer Emergenz im Internet beschreiben dessen Protokolle TCP/IP und HTTP nicht hinreichend, und doch gibt es darin keine soziale Kommunikation, die jenseits des Berechenbaren liegt. Techniknahe Medientheorie gründet Medienbegriffe in ihren konkreten Verdinglichungen und logischen Artikulationen, um daraus induktiv epistemologischen Mehrwert zu gewinnen. Praktiken und Diskurse, die überhaupt erst aus der "post-digitalen" Vergessenheit solcher Techniken emergieren, mögen anderen Wissenschaften anheimgegeben sein.

Geburten des Internet

Zwischen Information und Materialität steht die *Rohrpost*: "eine pneumatische Beförderung für zylindrische Behälter, in denen Kleinteile (Schriftstücke, Akten, Medikamente u.ä.) in einem Netz zwischen Sender- und Empfangsstationen transportiert werden. Die Rohrpostbüchsen werden an den Sendestellen mit einer Zieladresse versehen und an der Empfangsstation automatisch ausgeschleust" (dtv/Brockhaus). Entsprechend betonte ein Werbevideo von *Die Post* anlässlich ihres Börsengangs gegenüber elektronischer Kommunikation vom Typus E-mail: Hier werden nicht nur Informationen, sondern auch Waren transportiert (Logistik).

Es war (neben Vint Cerf und David Cohen) Jonathan B. Postel, der das Transmission Control Protocol / Internet Protocol (TCP/IP) entwickelte, durch das Rechner im Internet überhaupt erst miteinander kommunizieren können. Er hat dieses System erfunden, nachdem die Internet Assigned Number Authority komplexe numerische Adressen (die Realität des Netzes) durch einfache Namen ersetzt; "Name ist gleich Adresse" (ein Satz von Joseph Beuys, wahr geworden im Internet).³⁶⁰ Ist das der Beginn der Metaphorisierung des World Wide Web?

Die Analyse der OSI-Schichten des Internet erfordert keine grabungsmetaphorische, sondern analytische Medienarchäologie. Theodor Holm Nelson, der geistige Vater des Hypertext, war inspiriert von Vannevar Bush, der seinen "Memory Extender" im Juli 1945 in der Zeitschrift *Atlantic Monthly* unter dem Titel "As we may think" als eine mikrofilmbasierte

358 Friedrich Kittler, *Internet: Postsystem, Emanation und Stadt*, in: <http://www.lrz-muenchen.de/~MLM/telepolis/deutsch/ejour>, access date: 23. Oktober 1995

359 Hartmut Winkler: *Docuverse. Zur Medientheorie der Computer*, München (Boer) 1997, 16 f.; s. a. 370: „Die zweite Möglichkeit ist die Meinung der Technik-Franktion, daß es eigentlich daru geht, gerade die `tote´, die Schrift- und Technikseite der Medien zu denken“ - medienarchäologisch.

360 Siehe Detlef Borchers, *Das Netz trägt Trauer*, in: *Die Zeit* Nr. 44 v. 22. Oktober 1998

Informationsverknüpfungsmaschine anpreist, die gerade der Natur des menschlichen Hirns, also der Assoziation, entspricht. MEMEX ist keine Struktur, welche Material in einem Netzwerk verteilt, sondern eine technische Umgebung zur Herstellung von vernetzten Daten. Ein solches Informationsnetz ist zunächst autonom. Zum Inter-Net aber wird es erst in der Übertragung; hier wird der Begriff der "Metapher" höchst konkret.

Es die Aufgabe von Medienwissenschaft, die technologische Bedingung herauszupräparieren und präzise nach den "Urszenen" der Operativwerdung von Netzen zu fragen. ARPANET, der Vorläufer des Internet, startete als Projekt der Advanced Research Projects Agency des U. S. Department of Defense. Das Interesse von ARPA war die "fail-safe communication", für welche die Rand Corporation das "packet-switching" entwarf; dennoch ist es nicht exklusiv für militärische Zwecke entworfen worden.³⁶¹ Radar war das Training, das Douglas Carl Engelbart dazu ermunterte, Mensch-Maschine-Interaktion weiterzuentwickeln - "interactive communication". Finanzierung durch NASA und ARPA-Gelder ermöglicht es ihm, am Stanford Research Center sein "Augmentation Research Center" zu errichten. Hier entwickelt er das NLS (oNLine System): "Documents were 'shared' and distribute damong members of the group during the development process" - eine Dynamisierung von Autorschaft.³⁶²

Paul Baran arbeitete im militärischen Auftrag für die Rand Corporation; sein Modell ist eine Variante des "store- and-forward message switching system", wie es in den Telegraphieunternehmen zur Anwendung kam.

1964 publiziert Rand eine Serie von Dossiers über die sichere Sendung von Datenblöcken unter dem Titel *On distributed communications*; darin ein Rekurs auf Shannons Lösung des Labyrinth-Problems von 1952 mit einer einfachen "routing policy" (5).

Hypertext(il). Netz, Rhizom - eine Metapher? Nietzsche, Serres, Deleuze

Metaphern des "Netzes" naturalisieren und verharmlosen die technologische Struktur des Internet. Verbindungen zwischen Knoten in einem Netzwerk sind nicht Fäden eines Spinnennetzes, sondern Kanäle, in denen Bewegungen zwischen den Knoten geschehen.³⁶³

Zwar klingt die Kulturtechnik des Webens an; mit Jacquards lochkartengesteuertem Webstuhl aber, der selbst das Vorbild für Charles

361 Judy E. O'Neill, The Role of ARPA in the Development of the ARPANET, 1961-1972, in: IEEE Annals of the History of Computing Bd. 17 (1995), Heft 4, 76-81 (76)

362 Susan B. Barnes, Douglas Carl Engelbart: Developing the Underlying Concepts for Contemporary Computing, in: IEEE Annals of the History of Computing, Vol. 19, No. 3 (1997), 16-26 (21)

363 Axel Volmar, Signalwege. Physikalische und metaphorische Netze in der Geschichte der elektronischen Musik, in: Musik-Netz-Werke. Konturen der neuen Musikkultur, hg. v. Lydia Grün, Frank Wiegand u. a., Bielefeld (Transkript) 2002, 55-70 (55)

Babbages Proto-Computer, die Analytical Machine, abgab, ist Weben selbst eine Funktion digitaler Datenverarbeitung geworden.

"Gewebe sind ihrer Struktur nach Gebilde, die ihre zweidimensionale Fläche streng innerhalb der Achsen x und y aufspannen, Netze hingegen können frei in alle drei Richtungen geknüpft werden, da jeder Knotenpunkt den Beginn für beliebig viele Weiterführungen und Abzweigungen markieren kann"³⁶⁴ - im n -dimensionalen Raum.

Serres schlägt 1964 das Netz als Modell für die Kommunikation und das Denken vor; vier Jahre später werden die ersten vier Rechner des vom Pentagon finanzierten Forschungsverbunds zum ARPANET verknüpft. Hier liegt der ganze Unterschied zwischen Metapher und Modell.

"An die Stelle der sprachlichen Reflexion sind heute Rechner getreten. Die Zahlen haben sich verselbständigt" und jene Zeit- und Raum-Vorstellungen, die Immanuel Kant noch als Aprioris menschlicher Wahrnehmung voraussetzt, "vollkommen revolutioniert"³⁶⁵.

Technische Alphabete müssen offenbar, sobald sie diskursiv werden wollen oder sollen, auf kulturelle Begriffe zurückgreifen - Freuds "Rücksicht auf Darstellbarkeit". Wo ist Vernetzung Praxis, wo ist sie Metapher, wo ist sie zum Modell geworden?" (Sebastian Giessmann). So ist etwa der Begriff "Cyberspace" eine Metapher, denn hier ist kein Raum mehr im Spiel, sondern vielmehr Topologie - ein genuin kartesischer, weil rechnender "Raum". Cyberspace verhandelt zwar inhaltlich Bilder, Klänge und vor allem Texte, ist aber in seinem Kern ein kybernetisches Ding.

Die neuen Netze: zeitkritisch

Wenn Begriffe in ihrer Metaphorik hinderlich werden in Bezug auf die Analyse des Tatsächlichen, soll Medientheorie sie aktiv diskontinuieren. Denn technische Medien geben sich erst im Vollzug, also operativ, in ihrer Dynamik zu erkennen. Mit Vollzug aber ist Zeit im Spiel, von der die räumliche Metapher des Netzes ablenkt. Jack Carne von RAND schlägt 1958 ein System vor, wo in Kommunikationskanälen jede Botschaft von einem Sender einen "time-stamp" trägt; 1959 entwickelt Gunnar Svala von der North Electric Company ein System wo "high-speed signaling information is flooded through the entire network. 1957 schlägt Frank Yates von der Hughes Aircraft Company ein "flooding system" vor "where every station in the network was assigned a time slot in which it was allowed to transmit" <8> - das Netz-Kommunikation wird damit zeitkritisch, und verläßt die Netz-Raum-Metaphorik.³⁶⁶

Licklider war geprägt durch Erfahrung mit Projekten des Verteidigungsministeriums - als Mitarbeiter im Psycho-Akustik Labor der Harvard University. 1962 kann er bei ARPA sein Mensch-Maschine-Interaktions-

364 xxx

365 Stingelin 2000: 16 f.

366 Siehe Fig. 5 "Yates' 1957 Time-of-Arrival, Non-Synchronous Flooding (Time Diagram), in: xxx, 9

Programm am Command and Control Research Office weiterführen und es in Information Processing Techniques Office (IPTO) umbenennen. Zunächst zielt Licklider auf ein Intranet dieses Forscherverbunds. Damit wird die Frage von Mensch-Maschine-Interaktivität gekoppelt an das von "time sharing" - zeitkritisch also, und somit nicht mehr eine simple Büro- oder Schreibtischmetapher. CTSS als Compatible Time-Sharing System ist ein präziserer Begriff als die "Netz"-Metapher, in der das zeitkritische Element zu kurz kommt.

"Netze" werden in notorischen Visualisierungen dominant vom Bild her gedacht (oder also Verweisungsstruktur / Assoziation von Bildern). Was aber, wenn sie - angesichts der zeitkritischen Realität von Internet - von der Zeit her gedacht werden müssen? Hier bietet sich der akustische Kanal als Medium des Begreifens (respektive der Sonifikation) an, weil auch ein Klang sich wie jede Schwingung erst in der Zeit entfaltet. Klang wäre keine Metapher des Internet, sondern bringt seine zeitkritische Operativität selbst zur Erscheinung, buchstäblich tele-phonisch wie das Geräusch eines sich einwählenden MODEMs, der Klang des Internet. Die zeitliche Erstreckung des Netzes als dynamisches Aggregat wird über akustische Signale besser deutlich.

Bob Metcalfe entwickelt 1972 für das Ethernet ein Programm für Computer *networking* namens PING, mit dem die Interoperabilität des Netzwerkes festgestellt werden konnte: die Öffnung einer Verbindung durch das Netzwerk, um zu sehen, ob die andere Seite reagiert. Aus dieser Interoperabilität, welche die technische Implementierung der kombinatorischen Querverbindungen eines Textnetzes bzw. eines Netzes allgemein realisiert, entwickelt Vint Cerf 1975 das Transmission Control Protocol für das Arpanet, den Vorläufer des Internet; es legt die Verbindungen innerhalb eines Netzes fest bzw. garantiert sie.

Ping

In Petersens Spielfilm *Das Boot* springt jenseits aller symbolischen oder gar imaginären narrativen Plots das akustisch Reale des U-Bootkriegs in WKII das Gehör des Zuschauers unmittelbar an. "Active sonar creates a pulse of sound, often called a "ping", and then listens for reflections of the pulse. To measure the distance to an object, one measures the time from emission of a pulse to reception. To measure the bearing, one uses several hydrophones, and measures the relative arrival time to each in a process called beam-forming."³⁶⁷ Das Hydrophon klang vielen derjenigen im Ohr, die im Zweiten Weltkrieg Dienst bei der US Army oder Marine leisteten und später Mensch-Computer-Interfaces und frühe Netze entwickelten.

"Ping" ist der Test des Internet. Wenn nun die Ping-Sendung nicht als Testlauf des Internet selbst, sondern als eine Suchanfrage ins Netz geschickt wird, vollzieht dieser Suchprozeß selbst das, wonach die Suche ist. Der Quellrechner sendet kleine Datenpakete vom Typ echo request an den Zielrechner. Erreichen diese Pakete ihr Ziel, dann antwortet dieses - sofern die Konfiguration es nicht verbietet - mit dem Typ *echo reply*. So kann überprüft werden, ob die Datenverbindungen zwischen diesen beiden Maschinen prinzipiell funktioniert.

367 Wikipedia, Abruf xxx

"The output of ping <...> generally consists of the packet size used, the host queried, the ICMP sequence number, the time-to-live, and the latency, with all times given in milliseconds, and times below 10 milliseconds often having low accuracy."

Folgt eine Selbstaussage des Mediums, das Ping des wikipedia.com Servers:

```
"$ ping -c 5 wikipedia.com
PING wikipedia.com (130.94.122.195): 56 data bytes
64 bytes from 130.94.122.195: icmp_seq=0 ttl=235 time=284.3 ms
64 bytes from 130.94.122.195: icmp_seq=1 ttl=235 time=292.9 ms
64 bytes from 130.94.122.195: icmp_seq=2 ttl=235 time=289.7 ms
64 bytes from 130.94.122.195: icmp_seq=3 ttl=235 time=282.4 ms
64 bytes from 130.94.122.195: icmp_seq=4 ttl=235 time=272.0 ms

--- wikipedia.com ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 272.0/284.2/292.9 ms"
```

Eine solche Anfrage dient bei der Suche nach Störungen in Netzen als der erste Schritt.

Im "Ping Timeout" werden zwischen einem PC und einem IRC-Server Keep-Alive-Singale hin und her gesendet, im Ping-Pong-Modus. In der Frühzeit waren manche TCP/IP-Stacks gegen übergroße Ping-Pakete empfindlich und stürzten so radikal ab, daß sie die gesamte Maschine mitrissen - "Ping of Death". In einer "Ping Flood"-Attacke werden auf das Ziel *echo requests* - also Pings - mit größtmöglicher Geschwindigkeit losgelassen. Der Zielrechner ist dann mit Antworten belastet und daher für andere Aufgaben nur eingeschränkt nutzbar. "Erfolgt innerhalb einer gewissen Zeitspanne keine Antwort auf die Anfrage, kommt es zu einem Ping-Timout und somit wird die Verbindung automatisch zurückgesetzt. Es könnte am besten als Ping-Pong Spiel bezeichnet werden. Wenn eine von beiden Parteien (Server oder Client) den Ball nicht zurückspielt, fällt er auf den Boden und das Spiel beginnt von neuem."

Und dann der Begriff der Latenz - kein semantisches, sondern nachrichtentechnisches Problem von Kommunikation im Netz: "Latency is the time a message takes to traverse a system" und "closely tied to another engineering concept", dysfunktional: "throughput" als "the total number of such actions in a given amount of time" (Wikipedia).

Hier kommt die unerbittliche sequentielle Verfaßtheit der von-Neumann-Architektur von Computern ins Spiel: Für seine Operationen im Netz "such as transferring files on your computer, throughout is the most important measure, because such operations aren't complete until all of the data has been transferred" (ebd.).

In diesem Kontext sind akustischer Prozesse erkenntniserschließend: "For computer music, latency is extremely important. Latencies higher than 100 ms generally make working with real-time music programs or instruments impossible."

Unter dem Namen "Ping Melody" hat die akustische, zeitbasierte Analyse des Netzes ins Netz selbst einzug gehalten: "Ping Melody is a music-net-performance. Temporary and unique state of all actions of Internet users has an influence on form of music composition" - also extrem zeitkritisch (real-time). "[S]ounds coming from instrument/voice are shared in packets of data information (granulated), then transmitted to selected Internet locations (as "ping" unix command)."

"In Ping Melody - sending sampled sound in net and receiving signal coming back from some server - I can conclude about processing from the audible differences between source and resulted signal."

Heinrich Heine diagnostizierte angesichts beschleunigter Verkehrsmittel, daß für menschliche Wahrnehmung nur noch die Zeit übrig bleibt. In diesem Sinne kann der physiologische und kognitive Sinn auch auf die Temporalität von Internet als Praxis gerichtet werden. Die Definition von *new media* ist geradezu zeitkritisch in dem Sinne, daß kleinste Zeitmomente für das gelingende Signal entscheidend sind - wie im elektronischen Bild. Die von-Neuman-Architektur des Computer basiert auf delikater temporaler Synchronisation, ebenso ihre Vernetzung zum Zweck von *streaming media*, bis hin zur Praxis der "refreshing webcams" im Dienste virtueller Überwachung.

Im Unterschied zur bildhaften, räumlichen "Netz"-Metapher ist das Internet radikal zeitkritisch. Das "wabernde Organon organischer Metaphernuniversen" läßt sich in die berechnenden Netze technisch artikulierter Medientheorien überführen" - vor allem im Hinblick auf Signale und besonders von Signalverarbeitung. Dies ist die Aufgabe einer "Medientheorie, welche zeitkritische Operationen noch vor ihren sprachlichen Effekten zu adressieren weiss"³⁶⁸.

Nach dem Fernmeldeingenieur Jean Baudot (gest. 1903) ist jene Zeiteinheit der Nachrichtentechnik benannt, welche die Schrittgeschwindigkeit in der Übermittlung angibt. Werden Binärzeichen übertagen, meint 1 Baud ein 1/Sek.³⁶⁹

Am Ende: das Möbius-Band technischer Metaphern

Von der Internet-Realität getriggerte kulturwissenschaftliche Rückerinnerungen schreiben eine Art Möbiusband - die Rückkehr vertrauter Kulturtechniken unter verkehrten Vorzeichen. Dies ist die Zeitfigur von Medienarchäologie.

"Was kommt nach dem Netz?"³⁷⁰ Das Internet hat den zeitweiligen Zusammenbruch der Neuen Märkte überstanden - und zwar als technische Infrastruktur; so bleibt das alte Netz buchstäblich medienarchäologisch noch als technologisches Alphabet von Kabeln und Codierungen bestehen. Doch

368 Elektronische Kommunikation Martin Carlé, 28. Juni 2003

369 Hans Herbert Schulze, Das rororo Computer Lexikon, Reinbek 1984, 47

370 Stefan Heidenreich in der FAZ vom 20. März 2001

könnte das Netz "zu einem Sammelbegriff für eine Episode in der Frühzeit der digitalen Kultur werden, der sich sehr bald sehr alt anhört" (ebd.).

DAS TECHNISCHE APRIORI KÜNFTIGER KUNSTARBEIT

Die Digitalisierung von Kunst als Kulturerbe wirft die Frage nach den künftigen Bedingungen künstlerischer und kultureller Arbeit auf. Dies meint zum Einen die Zugangsbedingungen (das juristische "Archiv") im Sinne von Lizenzierung und Copyright; zum Anderen aus medienarchäologischer Sicht ebenso das technologische Apriori. Positiv formuliert eröffnen sich neue Zugangsformen der algorithmischen Erschließung von Web-Inhalten und klassischen Text-, Bild- und Audiospeichern.³⁷¹ Schließlich will auch der Begriff "digitales Zeit-Alter" wörtlich genommen werden: als Frage nach dem schnellen Altern zeitbasierter Künste.

Definitionen veritabler Medienkunst und -kultur

Stehen Kunst und Kultur in kritischer Distanz gegenüber technischen Medien, oder gehen sie selbst in Medienkunst und -kultur auf? Verkaufen Kunst und Kultur, einmal an die Möglichkeit des Computers angeschlossen, ihre Seele an die Mathematik? Erkki Kurenniemi, finnischer Medienkünstler *avant la lettre* und erst auf der letzten DOCUMENTA in Kassel wieder entdeckt, beginnt sein Manifest "Computer Eats Art" (1972-82) mit einer Prognose zum Computer als Kunstwerkzeug: "Its major effects on the arts will be the separation of art from material und the separation of art from man."³⁷²

Hinsichtlich der Kunstwerke unterscheiden sich Digitalisate (Digitalisierung bisheriger Kulturgüter) und genuin digital erzeugten Artefakte (*born digital*), zwischen digitalisierten Kunst- und Kulturgütern (aus der Vergangenheit von Kunst & Kultur) und genuin algorithmisch generierten Werken. Medienkulturkritische Werke lassen das Wesen des Computers nicht hinter den Interfaces verschwinden (als *dissimulatio artis*), sondern sie sind eine Hervorbringung (Entbergung, die Heideggersche *aletheia*) der zugrundeliegenden techno-logischen (d. h. elektronisch-mathematischen) Bedingungen.

Medienarchäologie als Forschungskunst meint nicht die melancholische Wiederaneignung antiker Technologien, sondern die Erkundung technikimmanenter Ästhetik. Wird das Werkzeug Computer auf seiner medienarchäologischen Ebene handhabt, d. h. programmiert, noch bevor Software die Daten überhaupt in diversen Interface-Metaphern ausgibt, ist dies

371 Siehe etwa das Interview "Eine Tonne Bildmaterial". Gespräch mit Jan Gerber; <http://www.kunst-der-vermittlung.de/dossiers/internet-technologie/eine-tonne-bildmaterial>, Abruf Ende Oktober 2015

372 Übersetzt von Teo Välimäki, in: E-Kurenniemics: Becoming Archive in Electronic Devices", in: Joasia Krysa / Jussi Parikka (Hg.), Writing and Unwriting (Media) Art History. Erkki Kurenniemi in 2048, Cambridge, Mass. (MIT Press) 2014, 97-105 (97)

ein gleichursprünglicher Moment wie einst das Anrühren der Ölfarben auf der Palette.

ASCII Art zum Beispiel

Das Kunstkollektiv jodi stellte im jungen Internet genuin *digital* "die Ästhetik des Codes" aus.³⁷³ Im erweiterten Sinne praktiziert *ASCII art* digitale Medienarchäologie. So war das erklärte Ziel des 1998 gegründeten ASCII Art Ensembles "die 'Rückübertragung' bewegter Filmbilder in »netz-basiertes bewegtes ASCII«. Hier ist es nicht, wie bei Jodi, der Sourcecode, der zum Bild wird, sondern hier werden (bewegte) Bilder durch ASCII-Zeichen dargestellt. Das Verfahren erinnert an frühe, grafiklose und 24-nadelige Stadien der Druckertechnologie, als Bilder nur durch im Computer vorhandene ASCII-Zeichen dargestellt werden konnten <...>. Das ASCII Art Ensemble hat <...> ein Javascript und einen Java Player für bewegte ASCII-Bilder entwickelt. Nun wird noch an einem schnellen Konverter gearbeitet, der bewegtes ASCII in Echtzeit im Netz unterstützt. Hehres Endziel ist die Entwicklung eines RealPlayer G2 Plug-Ins, das besagtes neues Dateiformat unterstützt und für eine weite Verbreitung sorgen könnte. Bislang entwickelt worden sind u.a. die ASCII to Speech history of art for the blind , die in ASCII-Zeichen gewandelte Bilder aus der Kunstgeschichte Zeichen für Zeichen vorliest" - und damit die archaischen Verfahren telegraphischer Bildübertragung wachruft. "Auch existiert bereits eine History of Moving Image, die in sieben Clips eine Übersicht über die Stilentwicklung und die Distributionsmedien des bewegten Bildes gibt, sowie Deep ASCII, eine ASCII-Version des Films Deep Throat, die auf einer Pong Arcade läuft", also auf einer Spielekonsole. "Hier sind nicht die pornografischen Bilder, sondern nur deren unentzifferbare ASCII-Versionen zu sehen."³⁷⁴ Dies ruft medienanalytische Umgehungspraktiken von Urheberschutz wach.

Produktive Umschiffungen des Urheberrechts

"Legal documents, the agreements between the different stakeholders are not mere obstacles to overcome as quickly as possible to obtain the most complete visibility of the documents gathered. The strength of the legal approach is that it forces us to consider alternative ways of archival re-presentation" (Active Archive).

"If the images cannot be 'shown' <...> what can be shown are the relationships between them, as they can be narrated to us by agents to which we lend our

373 Dazu Kapitel 10.1 "Quellcode und ASCII Art: jodi, *Location*, in: Florian Cramer, *Exe.cut[up]able statements. Poetische Kalküle und Phantasmen des selbstaufführenden Textes*, München (Fink) 2011, 235-248 (hier: 243)

374 Eintrag "ASCII Art Ensemble, aus:

<http://www.medienkunstnetz.de/werke/ascii-art> (Zugriff 19. Oktober 2015). Quelle: Inke Arns, »Unformatierter ASCII-Text sieht ziemlich gut aus« - Die Geburt der Netzkunst aus dem Geiste des Unfalls, in: *Kunstforum International. »Der gerissene Faden. Nichtlineare Techniken in der Kunst*, Bd. 155, Juni/Juli 2001, 236-241

reconfigured eyes. They can be sensed like a pulse, experienced as time capsules."

Im Unterschied zur menschlichen Bildwahrnehmung nimmt der medienarchäologische Blick die Perspektive des Computers auf Kunst- und Kulturgüter als Datensätze ein - "leaving aside the "retinal" approach to the image" (Active Archive).

Ein Bild wird als solches nur von Menschen erkannt. Doch ein Bild ist mehr als nur das, was es im ikonologischen und kultursemantischen Sinne erzählt. Der algorithmische "Blick" auf Bilder erlaubt zahlreiche un-menschliche Einsichten: "Algorithms for face recognition, color analysis, contour detection reveal knowledge of the relationships that tie together or separate image collections" (Active Archive).

Kritik des "open access"

Das Eine ist die Gestaltung von *online*-Webportalen gedächtniskultureller Einrichtungen im World Wide Web (Stichwort *Europeana*). Doch läßt sich die Untersuchung epistemologisch tieferlegen, im Sinne einer Erkenntniswissenschaft von Medienkultur; über die Praktiken der Digital Humanities hinaus verlangt dies vielmehr eine dezidiert "geisteswissenschaftliche" Analyse des Digitalen.

Der Vorbehalt gegenüber dem scheinbar selbstbegründenden Primat des "Open Access" bemüht einen altgriechischen Begriff: *katechon* heißt Aufschub und meint den ebenso materiellen wie räumlichen und zeitlichen Abstand. Auf den hier diskutierten Zusammenhang übertragen meint dies das bewußte Innehalten oder gar die begründete Reserve gegenüber dem mit dem Sog und Druck der *online*-Logik verknüpften Anspruch nach unverzüglichem Zugang und Zugriff auf die Urkunden in Archiven, museale Sammlungen und Kulturlandschaften. Schon die Diskussion von "open access" kultureller Güter als *big data* hat sich in der Sprache des Digitalen verfangen.

Demgegenüber werden die algorithmischen Chance der digitalisierten Kultur umso sichtbarer, also jene Ebene der digitalen Welt, auf der Information tatsächlich, nämlich operativ verhandelt wird: die Betriebs- und Programmierenebene des Computers. Hier werden Daten nicht länger in starren bibliothekarischen Klassifikationen, sondern schrittweise und problemorientiert abgearbeitet. Somit eröffnen sich neuartige Zugangsweisen zu digitalisierten Kulturobjekten im Text-, Bild- und Klangbereich, resultierend aus Laboren zur Experimentalisierung digitalisierter Kulturinformation (das meint "Kulturinformatik") hinsichtlich einer *n*-dimensionalen Durchdringung von Daten, welche Ordnung jeweils nur noch auf Zeit, als temporäre Version im Bewußtsein ganz anderer möglicher Ordnungen oder gar stochastisch intelligenter Un-Ordnungen kennt.

Algorithmen sind nder eigentlich zu archivierende Gegenstand der gegenwärtigen digitalen Kultur und Kunst. Auf ihrer Basis "Digital Humanities 2.0 introduces entirely new disciplinary paradigms, hybrid methodologies, and even new publication models that are often not derived from or limited to print

culture."³⁷⁵ Algorithmische Kulturforschung ist *cultural analytics* (im Sinne von Lev Manovich).

Die medienarchäologische Analyse zielt auf die Materialität und Technologien kultureller Überlieferung, sowie auf die bewußt distanzierte, für Momente geradezu "kulturlose", im Sinne cleverer Algorithmen jedoch nicht minder wissensorientierter Erschließung digitalisierter Werke.

Die gegenwärtigen Bedingungen künstlerischer Arbeit sind "digital"; dieser Begriff aber meint tatsächlich: algorithmisch. Deren Zugänglichmachung künstlerischer und kultureller Werke ist nicht mehr durch Metadaten exklusiv auf Autoren und Werke bezogen (das Erbe der Hermeneutik), sondern auf statistische und stochastische Größen. Das "aktive Archiv" (Constant, Brüssel) durchforstet digitale Werke nach mathematischen Wissenskriterien, etwa: Gruppierung von Formen und Farben, die - in bester Tradition der "Informationsästhetik" der kybernetischen Epoche (Abraham Moles, Max Bense) - den Informationswert von Kunst ermessen lassen.

Der Begriff von Open Access ist primär nutzerorientiert und verbleibt damit auf Seiten der Monitoroberflächen; Open Source hingegen ist quelltext- und hardware-orientiert. Das Konzept von *physical computing*, populär etwa in Form der experimentellen Computerplattform *Arduino*³⁷⁶, stellt nicht nur den Software-Quellcode, sondern auch die Hardwareschaltungen als *open source* zur Erprobung, Erfahrung und buchstäblichen Auseinandersetzung.

Die Open Hardware-Bewegung, also die medienarchäologische Erfahrung der Materialität und der Mathematizität des Mediums, steht im Verbund mit dem eigentlichen Alleinstellungsmerkmal musealer Sammlungen im Zeitalter virtueller Medien. Während Open Access sich allein auf der symbolischen Ebene, d. h. kodierten Zeichen, abspielt und nicht materielle kulturelle Artefakte wie die mittelalterliche Pergamenturkunde oder das Ölgemälde als solches kennt, sondern nur deren (Simulakrum als) Information, gewinnt demgegenüber das Kunst- und Kulturmuseum seine Stärke in Zeiten digitalisierter Kulturströme gerade aus der Widerständigkeit (und *online-Unzugänglichkeit*) des materiellen Artefakts.

Sofortiger Zugang *versus* kulturelle Tradition

Der unverzügliche Zugang und die sofortige Übertragung werden in *open access*-Welten gegenüber dem Speichern (dem traditionellen, als Tradition vertrauten Modell der abendländischen Kultur) privilegiert - ein bewußter *trade-off* auf Kosten der Nachhaltigkeit, die in Materialität und Entzug wurzelt.

"Archiv" bedeutet das Gegenteil von *instant access* in *online*-Welten: den temporären Schutz, die Sperrfrist, sowie das zeitweilige "Recht auf Vergessenwerden" privater und operativer Daten - etwa der *protected mode* in

³⁷⁵ Presner "2.0", S. 6

³⁷⁶ Siehe etwa Erik Bartmann, Die elektronische Welt mit Arduino entdecken, m Köln (O'Reilly) 2011

Computerchips, der von kritischen Amateuren besser unangetastet bleibt, um nicht das Betriebssystem als solches zum Absturz zu bringen.

Eine Ökonomie der Aufmerksamkeit, die nicht Speichermedien, sondern unmittelbare Wahrnehmung bewertet³⁷⁷, akzentuiert Kultur insgesamt von der Speicherung zur Übertragung hin um, vom Willen zur Nachhaltigkeit zur Volatilität des Elektronischen.

Paul Valéry hat aus dem medientechnisch bedingten Wandel der Wahrnehmung die Konsequenzen für "die ganze Technik der Künste" gezogen und damit präzise den TV- und Videobildschirm, das Prinzip von Sendung, Übertragung und Speicherung technischer Bilder, das Kunstwerk im Zeitalter der Telepräsenz, beschrieben: "Die Werke werden zu einer Art von Allgegenwärtigkeit gelangen. Auf unseren Anruf hin werden sie überall und zu jeder Zeit gehorsam gegenwärtig sein oder sich neu herstellen. Sie werden nicht mehr nur in sich selber da sein" - das ist ihre herkömmliche museale Existenzweise -, sondern "sie alle werden dort sein, wo ein jemand ist und ein geeignetes Gerät."³⁷⁸

"Archive" betreffen bereits die Archäologie der Gegenwart. Digitale Kommunikationstechnologien beruhen *a priori* auf immediater Zwischendatenspeicherung: "The digital present condenses into an archive in front of our very eyes" - wie etwa in George Legradys Installation *Pockets full of memories*, die auf Basis eines selbstorganisierenden neuronalen Netzes (SOM) das kollektive Ding-Gedächtnis erschließt und damit auf neue Formen der Sortierung jenseits des klassischen Museums hinweist.

Kunst und Kultur in Zeiten von Digital Humanities

Michel Foucaults *Archäologie des Wissens* fragt nach den Bedingungen von Aussagesystemen einer gegebenen Kultur, also: ihr *archive* - in einem dezidiert anderen Sinn als *les archives*, der frz. Begriff im Plural für die Gedächtnisinstitution, d. h. bloß Dokumentenspeicher. Technikahe Medienwissenschaft (Medienarchäologie) hat diesen Ansatz weiterverfolgt: die Analyse der technologischen Aprioris, die gegenwärtig zur sogenannten digitalen Kultur eskaliert sind.

Archive in Zeiten von "digital humanities" sind nicht allein eine Frage des Zugangs zu den Wissensspeichern³⁷⁹, sondern eine Funktion ihrer neuartigen algorithmischen Erschließung. Was vormals Zugang zu Drucktexten in Bibliotheken und die Kunst des Lesens (schulische Alphabetisierung) bedeutete, ist heute Wissen von Hard- und Software. Der neue Alphabetismus ist alphanumerischer und techno-logischer Natur.

377 Georg Franck, *Ökonomie der Aufmerksamkeit*. Ein Entwurf, München (Hanser) 1998

378 Paul Valéry, Die Eroberung der Allgegenwärtigkeit, in: ders., *Über Kunst*. Essays [La conquête de l'ubiquité, in: *Pièces sur l'art*, Paris o. J.], Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1959, 46-51 (47)

379 Siehe Lyotard, *Condition postmoderne* (1979)

Verschärft stellt sich die Frage der Konservierung immaterieller kultureller Inhalte als Datensätze und Algorithmen. Die Kommunikation von Wissen, die vormals nahezu rein textorientiert war, ist nur scheinbar multimedial geworden, denn der alphabetische Text ist durch den alphanumerischen Quellcode von Software radikale erweitert worden - aber nur für die wenigsten Menschen lesbar. Algorithmisierung aber beschränkt sich nicht auf Mathematik; erst als Verkörperung in handlungsfähiger Materie werden sie zum Computer. Dieser trägt damit ein dynamisches, zeitliches Element in sich - und gerade "Zeitobjekte" (ein Begriff von Edmund Husserl) sind ihrerseits zeitanfällig. Zeitbasierte Künste müssen rechnen, der Entropie selbst anheimzufallen.

Einerseits ist allen die digitale Flüchtigkeit von Dokumenten im WWW vertraut, andererseits profitieren Nutzer täglich durch Downloads von deren identischer Wiederholbarkeit und Wiederaufrufbarkeit, als Adressierung mit elektronischer Blitz-Geschwindigkeit.

Der Nachhaltigkeit kulturellen Schaffens im digitalen Zeitalter stellt sich das schnelle Altern des Digitalen als Hard- und Software in den Weg; die Nachlässe von Künstlern des Computerzeitalters zeugen davon. Diese Herausforderung an Archivare und Konservatoren bedarf einer neuen Philosophie der Überlieferungstechniken für eine künftige Archäologie von Medienkunst. Analoge Medienkunst (Nam June Paiks Video-Installationen etwa, Synthesizer der Klangkunst, selbst Analogcomputergraphik) hängt in ihrer Semantik ganz wesentlich an der Materie, sprich: Elektrophysik der Artefakte. Darauf wissen Restauratoren von Kulturgut mit klassischem Handwerk zu antworten. Der programmierbare Digitalcomputer ruft nach einem radikal anderen Ansatz der Überlieferung, denn er ist nicht schlicht das jüngste Kapitel einer langen Medienevolution, sondern ein medienontologisch grundsätzlich anderes Zeug. Sein Wesen (und seine Zeitweisen) ist zwar unabdingbar, jedoch nicht primär physikalischer Natur, sondern eine symbolische (Turing-)Maschine, eher materialisierte Mathematik denn schlicht mathematisierte Materie. Und so hat die Computerspiele-Generation, deren Sorge um die nicht bloß archivisch dokumentierte, sondern weiterhin *spielbare* Überlieferung das bislang avancierteste Wissen um Langzeiterhaltung hervorgebracht hat, einen neuen Begriff gefunden: die *Software-Emulation* vergangener Computer-Architekturen. So ist die Emulation eines frühen Commodore 64-Heimcomputers auf einem aktuellen Rechner zum Zweck des Re-enactments damaliger Computergames keine schlichte Nachahmung (Simulation) desselben, sondern tatsächlich in dessen *Zustand*. Denn das Wesen digitaler Werke ist ihre technomathematische, sprich: logische Konfiguration. Diese ist in der Tat mit all der Erfahrung früherer Philologien überlieferbar und löst das herkömmlich Modell der Restaurierung von Hardware ab. Dies ist keine nur praktische Angelegenheit, sondern von epistemologischer Tragweite.

Jede wirkliche Zukunftsstrategie wagt bereits den Ausblick auf das "post-komputative" Zeitalter - jenseits von Digitalrechnern und Internet. Ist es die kontrastrategische Aufgabe der Kunst im Zeitalter digitaler Medien und von Digital Humanities, an das Nicht-Digitale zu erinnern? Die Ästhetik des "Postdigitalen" ist ein Indiz dafür, dissimuliert aber umso perfider die Allmacht der Algorithmen, im Symbolischen selbst noch das analoge Reale zu simulieren.

Tempor(e)alitäten: Definition von "Medienkunst"

G. E. Lessing zufolge (*Laokoon*, 1766) soll sich Kunst aus ihrer jeweiligen Materialität her entwickeln; im Anschluß daran definierte Clement Greenberg die Materialästhetik der modernen Malerei ("Towards a New Laokoon"). McLuhan wiederum behauptet im ausdrücklichen Anschluß daran in *Understanding Media*: das Medium ist die Botschaft - hardwareseitig wie softwareseitig.

Der Begriff "Medienkunst" aber ist ein Hybrid. Medienkunst meint eine Kunst, die sich nur noch als Bindestrich definiert, in fester Kopplung an technische Apparate, im Unterschied zu Malerei und Bildhauerei, die noch als Künste autonomes Handwerk waren. Was bleibt von der Medienkunst im Zeitalter digitaler Signalverarbeitung, die nicht mehr auf die Materialität der Dinge setzt, also das, was fortwährt, sondern den immateriellen Datenfluß?

Im Unterschied zu den weitgehend zeitunabhängigen klassischen Künsten Malerei und Plastik beginnen zeitbasierte Medien wie Photographie, Film, Video, Computerkunst und Sound Arts "die Kunsträume zunehmend zu dominieren, zu transformieren und neu zu definieren."³⁸⁰ Ganz im Sinne des Videokünstlers Bill Viola unterstreicht auch Groys, daß an Videobildern zumeist immer noch nicht das ihm elektrotechnisch Wesentliche wahrgenommen wird: daß geradezu seine Substanz die Zeitbasiertheit ist. „Der eigentliche Gegenstand der Betrachtung" - mithin des Medien-*theorein* - "ist hier aber die Zeit" (Groys). Medienkünste (elektronisch: Video, digital: Computerkunst) sind radikal zeitbasiert. Damit sind sie der Zeitlichkeit selbst anheimgegeben. "[O]ur contemporary changes are happening on a very rapid timescale, taking place over months and years rather than decades and centuries."³⁸¹

Hatte die Wissenskultur nach der Revolution des Buchdrucks in der Frühzeit noch die Chance, durch Einrichtung von Bibliotheken und Archiven auf die neue Lage zu reagieren, vermag sie auf die Plötzlichkeit der digitalen Kommunikation und die Raschheit ihres technologischen Wandels (vom erstmaligen Internet zu Web 2.0 oder gar dem Echtzeit-Netz Web) kaum noch zu antworten. Bereits die Fluxus-Ästhetik elektronischer Kunst entzog sich ihrer dauerhaften Konservierung. Das Zeitalter von *online*-Kommunikation nimmt vollends inkauf, daß der Preis für eine nie zuvor erlebte Signal- und Datenverfügung der Verlust ihrer Nachhaltigkeit ist.

380 Boris Groys, Königliches Hören - ein kurzes Privileg. Musealisierung der Zeit: eine Ausstellung des Wiener Künstlerhauses zeigt die Musik-Installationen „Soundspacesound“ von Bernhard Leitner, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 132 v. 11. Juni 2002, 49

381 Todd Presner, Digital Humanities 2.0: A Report on Knowledge (2010), 3 = <http://cnx.org/content/m34246/1.6/?format=pdf> (Zugriff 19. Oktober 2015)