

[Wolfgang Ernst: SCHRIFTEN ZUR MEDIENARCHÄOLOGIE]

KONVOLUT „TECHNO-MATHEMATIK: SYMBOLISCHE MASCHINEN,
ANALOGRECHNER, DIGITALCOMPUTING“

[bislang unpublizierte, indes weitgehend redigierte Themenblöcke,
teilweise resultierend aus vormaliger Vortrags- und Vorlesungsskripten]

Thematische Sektionen:

- *Techno-logische Maschinen / Digitalcomputing*
- *Computerphilologie und algorithmisierte Geisteswissenschaft*
- *Alternatives Computing. Prinzip Analogrechnen*
- *Topologisch vernetztes Computing*

Detailliertes Inhaltsverzeichnis (kapitelweise):

Techno-logische Maschinen / Digitalcomputing:

KOMBINATORISCHE UND ANALYTISCHE MASCHINEN

- Verzettelung
 - Denken und Rechnen: Kombinatorik als Theorie-Maschine
 - *Arifmometr*
 - Rechenmaschinen
 - Lochkartenmaschinen (Hollerith)
 - Ähnlichkeit *versus* kalkulierbare Differenz (Descartes)
 - Lulls Kombinatorik, Descartes' Maschinen und Leibniz' *Apokatastasis panton*
 - Logische Maschinen (Leibniz, Condillac, Peirce)
 - Künstliche Intelligenz 1832: Karsakovs „Ideenmaschine“
 - Analytische Maschinen (Charles Babbage)
-
- Klaviaturen der Logik
 - Synchroner Diagrammatik: Die gleichursprüngliche Difference Engine
 - Symbolisierung der Maschinen und Papiermaschinen: Babbages *mechanical notation*

BERECHENBARKEIT, COMPUTER

- (K)Eine "abstrakte Maschine"
- Die Turing-Maschine
- Medienarchäologie als Techno-Mathematik
- Theorie und Maschine
- [Weisen der Selbsthervorbringung: die Morphogenese]
- Die Grenzen der Turingmaschine zur Natur
- Phänomenotechnische Modellierung von "Welt"
- Aussichten des Computers: Zukunft als Ankunft?
- Ist das noch Zufall? Tyche und Automaton

- Foucaults mathematische *Archäologie*
- Die algorithmische Maschine als Medientheorie
- Der Computer: modellbildend für Medienwissenschaft
- Computerarchäologische Urszenen
- Antike *theoría* und die Krise der mathematischen Anschauung (Hilbert)
- Anschauungskrisen zum Zweiten: Signalwelten
- Zur Materialität der mathematisierten Medien
- Zahlen, Maschinen, Tafeln: Architekturen aus Mathematik und Geometrie
- Von der *universitas litterarum* zur Alphanumerik: Kalkulieren mit Altphilologie
- Die *arché* des Computers: Zahl, Physik und Weltbezug
- Begriffs(ver)klärungen: Metaphern in der Informatik

"COMPUTERSPIELE" (konkret und erweitert)

- Computerspiele als Gegenstand medienarchäologischer Quellenkritik: - "Pong" zum Beispiel

Computerphilologie und algorithmisierte Geisteswissenschaft:

TECHNOMATHEMATISCHE PHILOGIE ALS BEITRAG ZUR ARCHÄOLOGIE
DIGITALER MEDIENKULTUR

Medienphilologie

Signale, Symbole, Materie: Feld und Grenzen der Philologie

Eine Philologie technischer Speicher

Medienarchäologische Einblicke: Mikrochips und EPROMs

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)

Das Computermuseum als Signallabor

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“ - ein Nebeneffekt der NSA?

Alternatives Computing - Prinzip Analogrechnen:

ZUR UNVERGANGENHEIT DES ANALOGCOMPUTERS

„Mythen“ des Digitalen und der Analogrechner

Die Insistenz des Analogrechners

Die techno-logische Einsichtigkeit des Mechanismus von Antikythera

Zur Rolle des Analogcomputers für die emergierende Kybernetik

Renaissance: Die vergangene Zukunft des Analogcomputers

ZEITFALTEN. Die Unverzüglichkeit des Analogcomputers und das zeitliche
Kriterium von Simulation

Diskretisierung der Zeit vs. Differenzierung gegen die Zeit

[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

PRINZIP ANALOGRECHNER

„Spiel mit Physik“

Spiel mit der Zeit

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

Topologisch vernetztes Computing:

„NETZE“? DIE DYNAMIK DISKURSIVER METAPHORISIERUNG
MEDIEN-TECHNISCHER BEGRIFFE

Netz“begriffe, metaphorisch und unmetaphorisch

Geburten des Internet

Internet *avant la lettre*? Wilhelm Ostwald und *Die Brücke*

Hypertext(il). Netz, Rhizom – eine Metapher? Nietzsche, Serres, Deleuze

Die neuen Netze: zeitkritisch

“Ping“

Das Möbius-Band technischer Netz-Metaphern

Nonlineare Übertragung: Hypertext

Das Internet – ein zeitkritisches We(i)sen

HEIMISCHE UND HEIMATLOSE MEDIEN

Das „commercial @“

Die Kabel- und *online*-Enden der Privatheit?

“Self-“Tracker am Werk der privaten Kommunikation

Der Briefkastenschlitz: Kommunikations-Schnittstelle zwischen Heim und Welt

Der Rückkanal unterläuft das „Heim“

TV und Konvergenz: von der analogen zur digitalen Kommunikation zuhause

Heimatlosigkeit, Datenflucht. Diaspora in Zeiten vernetzter Kommunikationsmedien

=====

Techno-logische Maschinen / Digitalcomputing:

KOMBINATORISCHE UND ANALYTISCHE MASCHINEN

Verzettelung

Wissenschaft gründet zum Einen in der typographisch fest gekoppelten Form des Buches, in jener traditionsermöglichenden Textgestalt, in der die okzidentale *epistémé* weitgehend zeitunabhängig alphabetisch kodiert ist. Daneben aber tritt die lose Kopplung: eine „Reflexionsform innerhalb der Buchkultur, die nicht selbst Buch ist“: das alphabetisch (oder auch thematisch) geordnete Zettelregister. Die hier zitierte Notiz, ein Ideensplitter aus Friedrich Kittlers Studienzeit, wurde inzwischen ihrerseits in Buchform publiziert.¹ „Die Blätter eines Registers sind etwas

¹ Friedrich Kittler, Baggersee. Frühe Schriften aus dem Nachlass, hg. v. Tania Hron / Sandrina Khaled, Paderborn (Fink) 2015, hier bezogen auf den Eintrag "Buch und Wissen", 38 f. (39)

anderes als ein Buch. Stets können zwischen die vorhandenen neue Blätter eingefügt werden“ (ebd.), gleich den *up-dates* von enzyklopädischen Wikipedia-Einträgen *online*. Niklas Luhmanns Register mit Notizen, bibliographischen Verweisen und Exzerpten, der eigentliche Autor seiner systemtheoretischen Schriften in seinem Arbeitszimmer an der Universität Bielefeld, ist nicht länger verborgen; sein Betriebsgeheimnis hat Luhmann selbst offengelegt und damit die Blaupause seiner Fortdenkung als Hypertext (in Hypercard) geliefert. Ein Zettelkasten weiß implizit mehr, als dem Nutzer zum Zeitpunkt seiner jeweiligen Inskription bewußt war und „gibt aus gegebenen Anlässen kombinatorische Möglichkeiten her, die so nie geplant“ waren.²

Denken und Rechnen: Kombinatorik als Theorie-Maschinen

Aus medienarchäologischer Perspektive herrscht zwischen Büchern und Computer eine „tiefe Gemeinsamkeit, diskrete Medien zu sein“ (Kittler). Beide sind kombinatorische Mechanismen; Archytas von Tarent prägte (in seinem dorischen Dialekt) einst den Begriff der *machané* als Logik eines Dings *plus* Logik der Mathematik. Doch Medienarchäologie lehrt ebenso unerbittlich, die Unterschiede zu achten. Zwischen Buch und Computer liegt der mediale Wesensunterschied, daß Bücher mit Festwertspeichern zu Passivität verdammt sind, Computer jedoch – im Unterschied zu trivialen Maschinen – das Lesen wie das Schreiben auch gleichzeitig zu verarbeiten vermögen, inter(n)aktiv durch Feedback und Modifikation der laufenden Programme durch die aktuellen Daten selbst.

Auf der medienarchäologisch relevanten Ebene der beweglichen Lettern hatte der Buchdruck vor allem eine erkenntnistheoretische Konsequenz; er forcierte Formen der kulturtechnischen Erkenntnis wie etwa die Kombinatorik, die zwar schon im diskreten antiken griechischen Vokalalphabet privilegiert und kulturtechnisch angeregt wurde, doch erst in Kopplung an eine Mechanik zu dem eskalierte, was uns als Computer vertraut ist. Bewegliche, also diagrammatisch verschiebbare, mechanisierbare Symbole sind damit nicht nur der Ausgangs-, sondern auch der Endpunkt dieser Lage. Die beweglichen Lettern des Buchdrucks machen medientechnisch wahr, was symbolisch in Lukrez' Lehrgedicht *De rerum natura* angelegt ist – die von der epikureischen Philosophie angedachte „Existenz haltgebender, von allen Qualitäten gereinigter, in mechanischen und geometrischen Bestimmungen gefaßter Basiselemente, denen die Seinsprädikate des Parmenides zukommen: die Atome sind fest, ewig, unveränderlich, unteilbar“³. Was sich in mechanischen Bestimmungen (mithin logisch-rhetorisch) fassen läßt, läßt sich – im nächsten Schritt – zum Einen auch mechanisieren, zum Anderen

² Niklas Luhmann, Kommunikation mit Zettelkästen. Ein Erfahrungsbericht [1981], in: ders., Universität als Milieu, Bielefeld (Haux) 1992, 53-60 (59)

³ Michael Franz, Von Epikur bis Lukrez, xxx, 1999, 595

auch mathematisch formalisieren; so leitet Bernoulli seine Wahrscheinlichkeitsrechnung (*ars coniectanti*) von *stoicheia* ab.

Der Buchdruck ist ein entscheidender medienarchäologischer Einschnitt. Macht es Sinn, mit Blick auf dieser Revolution Mitte des 15. Jahrhunderts von Vorgeschichten des Computers zu reden – wo doch die Programmierbarkeit des Computers alle Differenzen macht?⁴ Mithin ist dann auch nicht mehr von Historie, sondern vom Archiv als Differenzmaschine die Rede.

Für eine Epoche, welche die Gutenberg-Galaxis nicht von der Elektronik verdrängt, sondern in Form speicherprogrammierbarer Computer geradezu alphanumerisch in ihr aufgehoben sieht, drängt die Notwendigkeit, auch die "neuen", dynamischen Alphabete zu denken.⁵

Schon mit Babbages Analytical Engine kam der im aktuellen Deep Machine Learning und seiner *backpropagation* aktualisierte Gedanke eines sich während seiner Laufzeit selbst je nach Datenlage rekursiv modifizierenden und umstimmenden Algorithmus zur Sprache: genuiner *Technológos*. Diese dynamische Diagrammatik ist von Seiten der aristoxenischen Musiktheorie her wohlvertraut.⁶

Unter dem Titel *The Renaissance Computer* werden in symbolischen Maschinen der frühen Neuzeit Pendant zum aktuellen Rechner gesucht.⁷ Solchen Analogien setzt Medienarchäologie den Hinweis auf die Differenzen gegenüber, denn im Unterschied zur universalen diskreten Maschine namens Computer vermag die *ars combinatoria* nicht selbständig zu rechnen, schon gar nicht zwischenzuspeichern. Die Kopplung von Maschine und Mathematik gilt hier noch nicht im Sinne der Mathematisierung der Maschine, sondern erst als Maschinisierung der Mathematik.

Die Erinnerung an den altlateinischen Doppelsinn von „com/putare“ ist mehr als ein Wortspiel; das oszilloskopische *double-bind* von Denken und Rechnen ist die Aufgabe, die der abendländischen Medienkultur zu denken aufgegeben wurde. „Die Vernunft, also die Ratio, entfaltet sich im

4 So auch Lev Manovich in seinem Vortrag auf dem Providence-Kolloquium *Archeology of Multi-Media*, November 2000; siehe seine Publikation *The Language of New Media*, MIT Press 2000, und seine Webpage: www.manovich.net

5 Siehe dazu die Vortragsserie xxx im HKW Berlin, sowie den Ausstellungskatalog des ZKM in Karlsruhe, xxx

6 Ein Argument von Martin Carlé, Turning Digital Humanities into a LISP machine, Vortrag auf der Konferenz *Digital Culture & AudioVisual Challenges*, 2. Konferenz der Serie "Interdisciplinary Creativity in Arts and Technology", 10. / 11. Mai 2019, an der Ionischen Universität auf Korfu

7 Neil Rhodes / Jonathan Sawday (Hg.), *The Renaissance computer. Knowledge technology in the first age of print*, London / New York (Routledge) 2000

Denken“, heißt es bei Martin Heidegger in seinem Vortrag *Was heißt Denken*.⁸ Aus kartesischer Perspektive ist Denken prinzipiell mechanisierbar; zugleich aber ist mit dem Begriff der Entfaltung jener Wesenszug genannt, der operativen Medien im Vergleich zu trivialen Maschinen eignet: daß sie sich immer erst im Vollzug entbergen. Geräte werden zu Medien (im Sinne der Nachrichtentechnik) erst im Signalvollzug. Erst im tatsächlichen Computing werden theoretische Gegensatzpaare wie das Lineare vs. Das Nichtlineare, das Kontinuierlichen vs. Das Gerasterte „praktisch erfahrbar und als Differenzparameter der Zeit vermittelt“⁹.

Heidegger greift das kartesische Denkmodell auf, um es zu verwerfen. In seinem Universitätsvortrag *Der Satz der Identität* vom 27. Juni 1957 fordert er seine Zuhörer auf, nicht denken, die technische Welt sei von der Art, daß ein Absprung aus ihr nicht möglich sei – womit sich Heideggers Philosophie am Computer entscheidet: „Die Zeit des Denkens, die eine andere ist als diejenige des Rechnens, die heute überall an unserem Denken herrscht. Heute rechnet die Denkmaschine in einer Sekunde tausende von Beziehungen. Sie ist aber, trotz ihres technischen Nutzens, wesenlos.“ (Bandmitschnitt)

Hier trifft sich Heideggers Diagnose des Zeitgeists mit Leibniz' Bedenken gegenüber René Descartes' „seelenlosem“ Maschinenbegriff – ein Begriff, der unter kybernetischer Perspektive wiederauferstand und den emphatischen Begriff des menschlichen Subjekts irritierte. Abraham Moles forciert: „Die Kybernetik kann nicht so sehr eine Wissenschaft der Maschinen [...] sein. Sie ist vielmehr und vor allem die *Wissenschaft der Organismen* und ihrer Wirkung auf die Umwelt. [...] Sie können aus dem biologischen, mechanischen oder soziologischen Bereich stammen. Mit voller Absicht läßt die Kybernetik die Frage offen, ob der untersuchte Mechanismus aus `lebenden Zellen´ besteht, aus einer Gesamtheit chemischer Reaktionen, aus einer Gruppe kollektiv handelnder Individuen, aus Verzahnungen oder Relais. Sie ist auf die Analogie solcher Organismen gerichtet, nicht auf ihre Unterschiede [...]. Das 19. Jahrhundert bemühte sich, die Welt so zu beschreiben, wie sie tatsächlich ist. [...] Die Wissenschaft des 20. Jahrhunderts wird vor allem die Wissenschaft der Modelle sein.“¹⁰

8 Bayerischer Rundfunk, Mai 1952

9

10 Abraham A. Moles, *Die Kybernetik, eine Revolution in der Stille*, in: *Epoche Atom und Automation. Enzyklopädie des technischen Zeitalters*, Genf 1959, Bd. VII, Einleitung (8). Siehe Claus Pias, *Zeit der Kybernetik. Eine Einstimmung*, in: *Cybernetics / Kybernetik. The Macy-Conferences 1946-1953*, hg. v. Claus Pias, Bd. II: *Documents / Dokumente*, Zürich / Berlin (diaphanes) 2004, 9-41

Mit Ivan Sutherland und Joseph Licklider werden solche Modelle wirklichkeitsmächtig, sobald sie als Simulation im Computer und als seine Mensch-Maschine-Interfaces implementiert sind.¹¹

[Der Digitalcomputer ist die erste wirklich theoriegeborene Maschine. Turings Aufsatz von 1936 „On Computable Numbers“ suggeriert die prinzipielle Mechanisierbarkeit der mathematisch-logischen Kalküle. Obgleich unabdingbar in Hardware verwurzelt, ist das Wesen des Digitalcomputers (im Unterschied zum stromspannungsbasierten Analogcomputer) primär algorithmischer Natur.]

Zwischen der technischen Materialität von Theorie und der Funktion von Maschinen bildet das Denken von Descartes ein Scharnier. Descartes weiß, daß *computare* (ebenso wie *computing*) der Implementierung in *physis* bedarf – Körper respektive Maschinen. Er treibt die Frage nach der Materialität von Denkmöglichkeit weiter bis hin zur eigenen biologischen Existenz, zu der denkbaren Annahme, „[...] daß wir selbst weder Hände noch Füße, überhaupt keinen Körper haben; aber wir können nicht annehmen, daß wir, die wir solches denken, nichts sind; denn es ist ein Widerspruch, daß das, was denkt, zu dem Zeitpunkt, wo es denkt, nicht existiert. Demnach ist der Satz: Ich denke, also bin ich (ego cogito, ergo sum) die allererste / und gewisseste aller Erkenntnisse, die sich jedem ordnungsgemäß Philosophierenden darbietet“¹².

Vor diesem Hintergrund erschließt sich ein Satz, den Heidegger im zitierten Vortrag artikuliert: „Das Gedächtnis ist die Versammlung des Denkens.“ Diese Versammlung ist als Sammlung immer eine gegenwärtige. Medienarchäologie als Alternative zur mediengeschichtlichen Erzählung einer linearen Abfolge ist der methodische Blick auf die *gegenwärtige Vergangenheit* von Medien. Was tatsächlich vor Augen liegt, ist die reale Präsenz der Artefakte und des Archivs. Die medienarchäologische Rückbesinnung angesichts der Gegenwart des Computers führt einen wesentlichen Zug dieses (im Sinne von Descartes rationalen) Denkens selbst auf ein kulturtechnisches Training in Kombinatorik und Analyse zurück, als medienepistemische Folge von Alphabet und Buchdruck. Zu einer genuin technologischen *assemblage* aber wird dieses kulturtechnische Verhältnis erst als Verschränkung von logischer, symbolischer und maschineller Operation.

Tatsächlich vor Augen liegt die Versammlung der Buchstaben, die in der *Lese* – als wörtliche Übersetzung von altgriechisch *logos* (Heidegger) – zum Vollzug kommt. *Word* ist vor allem eine (beispielsweise) 8-Bit-Verknüpfung in Computerregistern geworden. Zeitkritisches eye-

¹¹ Ivan Sutherland, Sketchpad. A Man-Machine Graphical Communication System, Diss. MIT, Cambridge/Mass. 1963; 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

¹² Descartes 1644: § 7

tracking , mithin also die technische Beobachtung zweiter Ordnung, enthüllt: Was in den sprunghaften Augenbewegungen bei der Lektüre eines Textes (Sakkaden) stattfindet, ist eine „Quantisierung“ des scheinbar kontinuierlichen Lesevorgangs.

Arifmometr

Die Hardware von Werkzeugen und Apparaten wird in der medienarchäologischen Analyse fokussiert wie die Software von Instruktionen und Programmen. In der ehemaligen Sowjetunion war die Bürokratie dem öffentlichen Zugang zur Information gegenüber mißtrauisch, was die Einführung von Geräten zur Multiplikation und Übertragung von Information, von Kopierern über Videorekorder bis schließlich zu Heimcomputern, verzögerte.¹³ Doch die Anfänge, die Höhepunkte und das Scheitern eines eigenständigen Computers in der vergangenen Sowjetunion lassen sich unter dem – auch den Streit der universitären Fakultäten anderenorts betreffenden – Strukturaspekt der wechselnden Konfigurationen zwischen Mathematik, Informatik und Ingenieurskunst rekonstruieren. Als Kantorovic in Leningrad sich mit der Programmierung digitaler Rechner befaßt, identifiziert er genau diese Asymmetrie: „For my opinion the difference between the existing machine language and the descriptive mathematical one (algorithmic) was the biggest disadvantage of programming. Mathematics uses integrated operations and various notions but the machine program needs the standard operations with simple numbers.“¹⁴

Jede Archäologie des Computers und seiner Programmierung oszilliert zwischen diesen Polen Mathematisierung der Maschinen und Mechanisierung der Mathematik: „The *logic of engineering* is one aspect of technical logic and another one *is the engineering of logic* that is *logical modelling* or the building of logical machines.“¹⁵ Ein solcher Ansatz meldet en Anspruch an, sowohl geisteswissenschaftliche (philosophische Logik) als auch ingenieurwissenschaftliche Aspekte der Computerarchäologie zu integrieren. Logik vermag in Rechenprozessen operativ zu werden, verkörpert in der arithmisch-logischen Zentrale (ALU) des vertrauten Computers.

13 Mark Poster, Die Kultur der Digitalisierung und ihre Intellektuellen. Von der Television über die Audiovision zum Internet, in: Utz Riese (Hg.), Kontaktzone Amerika. Literarische Verkehrsformen kultureller Übersetzung, Heidelberg (Winter) 2000, 55-69 (64), unter Bezug auf: Manuel Castells, The Rise of the Network Society. Information Age, Bd. 1, Cambridge (Blackwell) 1996

14 Zitiert nach: Pospelov / Fet, xxx, in: Georg Trogemann / Alexander Nitussov / W. E. (Hg.), Computing in Russia. The history of computer devices and information technology revealed, Braunschweig (Vieweg) 2001, xxx

15 Gellius N. Povarov, Logic, automation and computing, in: Trogemann u. a. (Hg.) xxx: xxx

Rechenmaschinen

Computing ereignet sich ansatzweise im Menschen, effektiv aber im technischen Ding. Die Mechanisierung von Mathematik ist nicht nur eine Frage des Kalküls und der Programme, sondern auch der Hardware – das große Thema der Medienarchäologie als Strukturgeschichte des Verhältnisses von Logik und Maschinen. Daraus resultiert ein Ausblick auf die Fortführung dieser Mechanik in elektronischen Rechnern, die nämlich nicht das ganz Neue darstellen, sondern – hinsichtlich der Speicherung – vor allem eine elektronische Implementierung der Mechanik selbst.

Die Hardware-Abhängigkeit von Rechnern wird am Beispiel des Übertrags beim Addieren evident, erschließt sich jedoch erst vor einem kulturtechnischen Hintergrund. Denn dieses Problem trat erst auf, nachdem die (römische) Bündelung von Zahlen durch das indische Stellenwertsystem ersetzt wurde (nur mit Nullen, dem Wort für „Ziffer“, realisierbar). Der Abakus ist keine Rechenmaschine, da er keinen Übertrag leistet, im Unterschied zur Maschine Schickards, die – so schreibt er 1623 an Kepler – „ganz von selbst“ überträgt (mithin ein präziser Begriff des *Rechenautomaten*). Schon hier ist Taktung entscheidend, die „Rechenuhr“.

Den mathematischen Zehnerübertrag in Rechenmaschinen umzusetzen ist kein triviales Problem. Die Rechenmaschine Blaise Pascals etwa scheiterte an der Form der damaligen Zahnräder, die nur einen begrenzten fehlerfreien Übertrag erlaubten, so daß er ein anderes System erfinden mußte, das Energie durch Gewichte in diskrete Einheiten spaltet und erst so den Übertrag als mechanische Übertragung möglich macht. Leibniz konzipierte in einer Aufzeichnung von 1679 eine radikale Alternative: die duale Rechenmaschine, welche jedoch ungebaut blieb. Der Übertrag wird später in der Tat elektronisch-binär implementiert, als Schaltung mit Halbleitern.

Lochkartenmaschinen (Hollerith)

Basile Bouchon steuert 1725 einen Webstuhl durch Lochstreifen; 1728 entwickelt Falcon dies zur Lochkarte fort, bis daß 1801 Joseph Maria Jacquard das Verfahren massenproduktiv machte. Das Loch als Eingabemedium ist so alt wie Maschinen selbst; die antike Flöte (der Aulos) beruht auf einem Durchlaß geblasener Luft durch eine definierte Serie von Löchern. Information und Ereignis sind hier jedoch noch getrennt; auf der Flöte läßt sich keine logische Operation abspielen. Dem entspricht vielmehr die Entwicklung einer „programmierbaren“ Trompete mit gelochten Streifen, die durch den pneumatischen Apparat hindurchgezogen werden. Die Helmholtzsche Sirene schließlich verkehrt die gelochte Scheibe zum akustischen Meßinstrument.

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

Die Lochkartenverarbeitung gehört der Archäologie mechanischer Formen der Informationsspeicherung an. Es wurden nicht nur statistische Daten, sondern etwa die Bewegungen eines mechanischen Vogels im Käfig.

Cagniard de la Tours und Helmholtz´ technische Sirenen basieren im Kern auf der gelöcherten Scheibe. Auf einer Drehscheibe ist am äußeren Rand eine Reihe von leicht schrägt eingebohrten Löchern in gleichem Abstand angebracht; ein Preßluftrohr ist mit leichtem Winkel auf die Lochreihe gerichtet und setzt sie damit nicht nur in Bewegung, sondern in den Klang der Bewegung, durch kurzfristig, mithin zeitkritisch auftretende periodische Luftstöße, die durch die Löcher gepreßt werden. Und dies auch unter Wasser: „Les mêmes nombres de chocs produisent les mêmes notes que par l´air.“¹⁶ Von daher begründet de la Tours die Namensgebung seines Geräts: in Anlehnung an den mittelalterlichen (und nicht den antiken homerischen) Begriff von Sirenen als amphibischen Wesen, näher der mediterranen Mönchsrobbe denn an weiblichen Gestalten.

Lochkarten aber dienten auch als Eingabemedium für die ersten Programmierer von Computern. Und das geschah mit höchster Sorgfalt,

¹⁶ Sur la Sirène, nouvelle machine d´acoustique destinée à mesurer les vibrations de l´air qui constituent le son, in: Annales de Chimie et de Physique Bd. 12 (1819), 168

denn es führt schon *ein* fehlerhaft gestanztes Bit zum Scheitern des ganzen Programms, hat damit also katastrophale Konsequenzen – auch für die Technologie selbst. Die 5000 Volmatic-Wahlmaschinen aus Florida wurden nach dem Disaster über das Internet-Aktionshaus eBay versteigert, um inzwischen durch Computer ersetzt zu werden.¹⁷

Ähnlichkeit *versus* kalkulierbare Differenz (Descartes)

Mit Beginn des 17. Jahrhunderts hört das Denken auf, sich im Element des Ähnlichen zu bewegen.¹⁸ Das klassische Denken denunziert die Ähnlichkeit als konfuse Mischung, die man vielmehr „in Termini der Identität und des Unterschieds, des Maßes und der Ordnung analysieren muß“¹⁹. Descartes setzt an ihre Stelle analytische Begriffe; erst als arithmetisierte Beziehung werden Identität und Differenz als Form *kalkulierbar*.²⁰ Damit wird letztendlich wiederum auch Ähnlichkeit berechenbar – resultierend in Optionen des *similarity-based image retrieval* jenseits der Verschlagwortung. So läßt sich multi-mediales Wissen re-philologisieren, oder auch: realphabetisieren – nur daß dieses Bild auf einen zweiwertigen Code, auf ein Alphabet mit nur zwei Buchstaben (on / off) konzentriert wird. Seitdem sind Filme – anders als auf Zelluloid -adressierbar wie Texte durch Philologen.

Das kartesische Denken der kalkulierten Differenz, jene mathematische Absage an die analoge Welt von Ähnlichkeiten, schlägt die Brücke zum Sampling, zur digitalen Kultur der Gegenwart.

Descartes definiert die spezifisch wissenschaftliche Erkenntnis als die methodisch verfahrenende; die Stringenz des Verfahrens, ihre Operativität, wird damit entscheidender als der Wahrheitsgehalt der Aussagen. Unter Methode versteht er „zuverlässige und leicht zu befolgende Regeln“²¹.

Ist der Computer also, weil er computiert? Das lateinische *computare* meint, gleichursprünglich, „rechnen“ und „denken“. So gibt es ein rechnendes Denken als Geburt der neuzeitlichen Vernunft.

Demgegenüber meint die kartesische *res extensa* die bloße Vorhandenheit reiner Gegenwärtigkeit. Kartesische Räumlichkeit meint gemessene Entfernung; Heidegger aber definierte Ent-Fernung in der Alltäglichkeit am Beispiel von Brille, Radio und Fernsehen: „Das Entfernen ist zunächst und zumeist umsichtige Näherung, in die Nähe bringen [...]“.

17 Meldung in: Die Zeit Nr. 20 v. 10. Mai 2001, 35

18 Siehe etwa René Descartes, Philosophische Werke, Bd. 1: Regeln zur Leitung des Geistes, Leipzig (Philosophische Bibliothek) 1906, 3

19 Foucault 1974: 85

20 Foucault 1990: 85 f.

21 Zitiert hier nach Krämer 1988: 91

Mit dem `Rundfunk´ z. B. Vollzieht das Dasein heute eine in ihrem Daseinssinn noch nicht übersehbare Ent-fernung der `Welt´ auf dem Wege einer Erweiterung der alltäglichen Umwelt“²²; dieses telekommunikative Medium war 1927 in Deutschland gerade einmal vier Jahre alt.

Lulls Kombinatorik, Descartes´ Maschinen und Leibniz´ *Apokatastasis panton*

Raimundus Lullus entwickelt um 1275 eine kombinatorische Prozedur und ein Artefakt, sie mechanisch durchzuführen: eine Vorrichtung zur Erzeugung wahrer Sätze als operative Kombinatorik, als „ein geheimer Ursprung der modernen Computertheorie“ interpretiert von Werner Künzel / Peter Bexte.²³

Auf sieben konzentrischen Kreisen, die je ein wissenschaftliches Feld wie Theologie oder Psychologie darstellen, zeichnet Lullus Symbole, Figuren und Graphiken ein. Eine vorgegebene Drehtechnik vermag kombinatorisch Verbindungen zwischen den Religionen herzustellen, um die Dreifaltigkeit oder die Wiedergeburt als Ausdruck christlicher Grundüberzeugungen zu legitimieren. Speicher- und symbolmanipulatorische Operationen werden so mechanisiert.²⁴ Diese kreisförmige Anordnung des Wissens läßt sich als Papiermaschine innerhalb eines Buches selbst realisieren. Bis zu den voluminösen buchförmigen Enzyklopädien seit dem 17. Jahrhundert meint der Begriff vor allem den operativen Modus ihrer Verbindung und Zuordnung, Gliederung und Klassifikation.²⁵

Auch hier wieder die strukturgebende Frage: Mechanisierung der Kombinatorik oder Logifizierung der Mechanik? Neu gegenüber der antiken philosophisch-rhetorischen Kombinatorik ist sein Verfahren, aus einer begrenzten Menge von Grundtermini ungleich viele Aussagen automatisch herzuleiten. Im ersten Teil seiner *Ars Magna et Ultima* ordnet Lull eine Liste von 54 Termen (abgekürzt in Buchstabenzeichen, dem *alphabetum*) in neun Kolumnen zu je sechs Termini. Bei Satzbildungsprozeduren bedient Lull sich nicht der Termini selbst, sondern abkürzender Buchstabenzeichen, unter Einsatz geometrischer Figuren und Tafeln. Doch erst im vierten Teil schließlich nimmt einer der geometrischen Hilfsfiguren die Gestalt eines mechanischen Apparates

22 In *Sein und Zeit* (1927/1931), 105; dazu Friedrich Kittler, *Eine Kulturgeschichte der Kulturwissenschaft*, München (Fink) 2000, 232ff

23 Dieselben, *Allwissen und Absturz. Der Ursprung des Computers*, Frankfurt/M. u. Leipzig (Insel) 1993, 15-49

24 Siehe Sybille Krämer, *Symbolische Maschinen. Die Idee der Formalisierung in geschichtlichem Abriß*, Darmstadt 1988, 88ff

25 Ulrich Dierse, *Enzyklopädie. Zur Geschichte und eines philosophischen und wissenschaftstheoretischen Begriffs*, Bonn 1977, 2f u. 177f

an: „Drei Scheiben werden zusammengefügt, deren äußerste fixiert ist, während die inneren beiden beweglich bleiben. In den Manuskripten und alten Drucklegungen der *Ars Magna* sind die Scheiben (z. T. Aus Pergament, z. T. Aus Metall) tatsächlich konzentrisch zueinander verschiebbar und dabei in der Mitte verbunden – Papiermaschinen, buchstäblich. So wird Logik zu einer *ars inveniendi*. Mechanisierbarkeit heißt hier, etwas logisch-formal wie technisch *durchzuführen* – eine Theorie im technischen Vollzug. Eine fixierte Scheibe trägt die 16 Attribute Gottes (qualitativ), am Rand aufgeschrieben. Eine schmalere Scheibe rotiert um dasselbe Zentrum – als Verdopplung der festen Scheibe. Damit sind alle Kombinationen von Gottes-Eigenschaften sukzessive ablesbar aus einer potentiellen Menge von Kombinationen. „Der formale Aspekt liegt darin, daß die Kombinationsverfahren die Elemente verknüpft – ohne `Ansehen´ ihres Inhalts“ <Krämer 1988: 89>. Von daher ist auch alle techniknahe Medientheorie (wie die mathematische Theorie der Information) nicht-inhaltistisch. „Die kombinatorische Verknüpfungsregeln sind unabhängig von der Bedeutung der zu verknüpfenden Termini. Der technische Aspekt liegt darin, daß eine solche Art der Verknüpfungsoption im Prinzip auch durch eine Maschine ausführbar ist – die altgriechische *techné* der „praktischen Logistik“ <ebd.>.

Lullus entwickelte seine *Ars Magna* zum (später von David Hilberts Metamathematik analog dazu verfolgten) Zweck, alle Glaubenssätze zweifelsfrei demonstrieren zu können – als Konsequenz aus den Glaubenskriegen seiner Epoche (*Traité sur la manière de convertir les infidèles*, 1292). Dieser Mechanismus dient ihm nicht zur vokalphabetischen Verschriftlichung menschlicher Sprache, sondern operiert mit Variablen, für die sich Begriffe aus jeweiligen Bedeutungstabellen einsetzen lassen, entwickelt für Medizin, Theologie, Rechtskunde – krude Programmierung. Der Beweis dafür ist die Tatsache, daß sich diese Maschine tatsächlich in Computerprogrammen übersetzen und darin zum Laufen gebracht werden kann (etwa Werner Künzels Cobol-Programm *Ars Magna*).²⁶

Logistik statt Logik verweist auf den Bereich maschineller Implementierung von Logik. Doch es geht nicht nur um logische Operationen, die *auch* von Maschinen durchführbar sind, sondern nicht minder um solche, die *nur*, alleine von Maschinen ausgeführt werden können, weil nur Maschinen es durchhalten, rein syntaktisch zu operieren, ohne Ansicht von Semantik oder jene ikonologischen Verführungen, denen Menschen unterliegen. Nur Maschinen arbeiten wirklich medienarchäologisch (wie beim *image-based image retrieval*) im Regime der reinen Äußerlichkeiten.

²⁶ Dazu Peter Bexte, *Ars Combinatoria*. Zum Ursprung der Denkmaschine, in: Klaus Peter Dencker (Hg.), *Weltbilder / Bildwelten*. Computergestützte Visionen, Hamburg (Hans-Bredow-Institut) 1995, 126-xxx (128)

„Lull´s contribution to atomism was to invent the first device for mechanically calculating combinations of a few basic terms.“²⁷

Möglichkeitsbedingung für die *Denkbarkeit* dieses Modells ist die antike Atomistik (Demokrit), und die buchstäblich stochastische und eingeübte, nämlich zur Kulturtechnik geronnene Praxis des Alphabets. Die altgriechische Kulturtechnik diskreter *stoicheia* (lateinische *elementa* bei Lukrez) generiert epistemologisch ein kombinatorisches Denken, worin Technik zu Wissen umschlägt. Lukrez´ „Buchstabengleichnis“ in seinem Werk *De rerum natura* induziert das Spiel mit den Signifikanten, wie es Fernand de Saunure später anhand von Anagrammen als verborgene Steuerung sprachlicher Bedeutungsmechanismen wiederentdeckte. „Stoicheia“ bedingen das Mechanische an der Sinnverarbeitung der Sprache; hier insistieren die Signifikanten (im Sinne Jacques Lacans) tatsächlich in Unbewußten. Buch I, Vers 63-65 spielt mit den Bedeutungen „religio“ und „superstitio“ (Glaube und Aberglaube, nie wirklich voneinander trennbar):

[...] gravi sub RELIGIONE
quae caput a caeli REGIONibus ostendebat horribili *super* aspectu
mortalibus *instans*.

Tatsächlich aber ist dieses Buchstabenspiel nicht arbiträr, sondern semantisch fundiert (Himmel / Religion).²⁸

Elementare Buchstäblichkeit – also eine kulturtechnische Operation an der Kippe zur medialen Operativität – setzt ganze Epistemologien in Gang (oder in die Welt). Das Paradigma der diskreten, ja digitalen Verrechnung von Welt in Buchstaben läßt Gottfried Wilhelm Leibniz bis zu seinem Tod 1716 das Modell einer Welt entwerfen, die durch und durch kalkulierbar ist. Diese Vorstellung basiert auf Raimund Lullus´ Plan einer universalen Sprache, in der Ideen und Aussagen algebraisch ausgesagt werden können. Wenn ein solches Modell auf Primzahlen basiert, die nicht weiter dekomponiert werden können, lassen sich damit alle Basiskonzepte ausdrücken. In einer algebraisch-arithmetischen Sprache kann jede Aussage als Formel ausgedrückt werden; logisches Denken und seine Transformationen sind damit auf mechanisch rechenbaren Operationen reduzierbar.

An einer solchen „Formelsprache des reinen Denkens“ hat sich später Gottlob Frege versucht, mit der er auch elektrische Schaltungen anschreibbar macht.²⁹ Bereits Leibniz sieht in den Operationen der

27 Burks / Burks 1989: 327

28 Siehe Paul Friedländer, *Pattern of Sound and Atomistic Theory in Lucretius*, in: C. Joachim Classen (Hg.), *Probleme der Lukrezforschung*, Hildesheim - Zürich - New York 1986, 293 f.; dazu auch Michael Franz 1999: 629

29 Gottlob Frege, *Begriffsschrift. Eine der arithmetischen nachgebildete Formelsprache*, Halle (Nebert) 1879, iv u. 33

Vernunft eine fortwährende Ersetzung von Symbolen – ob Worte, Zahlen oder Bilder. Lassen sich Charaktere finden, die alle Gedanken ebenso exakt auszudrücken vermögen wie Zahlen die Arithmetik und Linien die geometrische Analyse, läßt sich für alle der Vernunft zugänglichen Objekte (eine Turings Berechenbarkeitspostulat affine Einschränkung) das erzielen, was in Arithmetik und Geometrie schon praktiziert wird. Alle Fragen, die des Denkens bedürfen, können durch Transformationen dieser universalen Symbolschrift in einem Kalkül behandelt und eleganten Lösungen zugeführt werden. Auf Zweifel daran antwortet Leibniz mit seinem „*calculemus*“; es bedarf dazu lediglich einer Feder und der Tinte und Papier, um die Frage rechnend zu lösen – die Papiermaschine *avant la lettre*.

Lassen sich Begriffe einmal numerischen Werten zuordnen, wird eine Theorie operativ, die nicht schlicht Erweiterungen menschlicher Sinneswahrnehmung ist: ein neues *organon* „which will increase the power of the mind much more than the optic glass has aided the eyes, and will be as much superior to microscopes and telecopes as reason is superior to vision.“³⁰ Hatte ein optisches Medium (das Teleskop) Galilei eine neue Welt erschlossen, wurde ihre anschauliche Erkenntnis zugleich durch die Mathematik unterlaufen – ein qualitativer Sprung von *theoría*. Eine mathematisierte Immergleichheit des Kulturinventars regelt bei Leibniz auch das Verhältnis zum Vergangenen. „Es ist, als hätte eine allgegenwärtige Instanz das Material gesichtet und den maßgebenden Katalog der kulturellen Güter aufgestellt, der die lieferbaren Serien bündig aufführt. Die Ideen sind an den Kulturhimmel geschrieben, in dem sie bei Platon schon gezählt, ja Zahlen selbst, unvermehrbar und unveränderlich beschlossen waren“³¹ - *computus*.

Nicht erst George Perec aus der Gruppe mathematisch informierter Literaten im Paris der 1960er Jahre hat unter dem Titel *Das Leben. Eine Gebrauchsanweisung* die Berechenbarkeit des Analogon zum Romanthema erhoben. Leibniz' Versuch, ein virtuelles Gesamtprotokoll der Welt zu *kalkulieren*, d. h. Aus einer *auf*, nicht erzählenden Kombinatorik aller verfügbaren Buchstaben hochzurechnen (Konrad Zuses *Rechnender Raum*) läßt sich als imaginärer Handschriftenfund von Annalen und Chroniken deuten; „ich habe dadurch alles was erzehlet werden soll, gefunden.“³² Denn erst als (Symbol-)Folge aufschreibbarer

30 Leibniz, zitiert nach: Alice R. Burks / Arthur W. Burks, *The First Electronic Computer. The Atanasoff Story*, Ann Arbor (Univeristy of Michigan Press) 1989, 329

31 Max Horkheimer / Theodor W. Adorno, *Dialektik der Aufklärung*. Philosophische Fragmente (*1944), Frankfurt/M. (Fischer) 1988, Kapitel: Kulturindustrie, Aufklärung als Massenbetrug, 128-176 (142f)

32 Leibniz an den Herzog Johann Friedrich von Braunschweig-Lüneburg, ca. 1671. Siehe Hans Blumenberg, *Die Lesbarkeit der Welt* [*1983], 3. Aufl. Frankfurt/M. 1993, 121-149 (128ff), über Leibniz' Bibliotheks- (vielmehr denn Archiv-)Phantasie *Apokatastatis* (Fragment von 1715)

Ereignisse, also Schrift-Ereignisse, sind Prozesse als Geschichte faßbar, speicherbar, berechenbar, übertragbar; „die Form der Chronik ist ihrem Gegenstand gewachsen“³³. Diese narrative Konstruktion von Realität als kulturelles Sinnverarbeitungsmuster aber lenkt ab von Datenbankcharakter der Annalistik und erliegt der Versuchung ihrer semantischen Filterung durch das Gitter Historie. Der Verfasser einer Autobiographie entdeckt (im Sinne Schapps), daß er immer schon in Geschichten verstrickt ist – doch diese Entdeckung entpuppt sich als reine katalogistische Funktion: „Once I had discovered in the *New York Times Index* what else had been happening at the time of some personal event, I could scarcely resist connecting the lot into one coherent whole – connecting, not subsuming, not creating historical-causal entailments, but winding it into the story.“³⁴

Was sich menschlichen Sinnen als kontinuierlicher Eindruck annähert, wird von digitalen Maschinen in diskreten Sprüngen prozessiert; überschreitet die maschinelle Quantisierung die psychophysische Auflösungsfähigkeit von Augen und Ohren, wird dieser Informationsstrom als Kontinuum wahrgenommen.³⁵ Unterschreitet die Quantelung die sinnesphysiologische Integration, vernimmt der Mensch das Ereignis nicht mehr kontinuierlich – wenn etwa eine Orgelpfeife zu weniger als 16 Frequenzen pro Sekunde angeblasen wird. Erst in solchen Momenten kommt das Gehör der Realität dessen nahe, was es als Ton mißversteht: periodische Signale.

Analoges gilt für die Wellenlänge des Lichts, das im Spiel mit Materie Photographie zu zeitigen vermag. Es handelt sich hier um einen Elementarvorgang, die konkreteste Form medienarchäologischer Analyse: die Wirkung von Licht auf das Bromsilber, wo durch Ionisation die Ordnung von Brom- und Silberatomen zu einem Kristall ausgelöst wird. Auch in den Silberhalogeniden „sitzen Zehntausende von Ionen mit einer geradezu mathematischen Exaktheit an ihrem Platz“ <v. Angerer 1956: 21>. Hier kommt es zu quantenmechanischen Tunneleffekten. Doch „es ist nicht möglich, die Quanten in der Welle zu lokalisieren, gleich den Schaumkämmen der Meerewellen erscheinen sie unerwartet, aber um so zahlreicher, je größer die Intensität“³⁶ – Leibniz am Strand, *petits perceptions*, wie sie das Ohr anders analysiert als das Auge mit seinen farbempfindlichen Sehstäbchen, den lichtempfindlichen Organen

33 Blumenberg 1993: 133

34 Jerome Bruner, The narrative construction of Reality, *Critical Inquiry* (Autumn) 1991, hier: 19

35 Abraham A. Moles, Informationstheorie und ästhetische Wahrnehmung, Köln 1971 [frz. Orig. 1958]. Dazu Rolf Großmann, Zur Hybris von Mensch und Maschine in den Neuen Medien, in: Christian W. Thomsen (Hg.), *Hybridkultur*, Siegen 1994 (Arbeitshefte Bildschirmmedien Nr. 46), 87f

36 E. v. Angerer, *Wissenschaftliche Photographie. Eine Einführung in Theorie und Praxis*, 6. Aufl, bearb. v. Georg Joos, Leipzig (Akadem. Verlagsgesellsch.) 1956, 4

der Netzhaut: „Während das Ohr so eingerichtet ist, daß es die einzelnen Frequenzen getrennt wahrnimmt, sind in den Zapfen wahrscheinlich photochemisch veränderbare Stoffe enthalten, welche auf ganz breite Wellenlängendichte ansprechen.“³⁷

Die logischen Ja / Nein-Schaltkomponenten von Computern aber zahlen für ihre prinzipielle Zerlegung oder Diskretisierung von Signalflüssen einen Preis. Digitalrechner stehen „weiterhin einer kontinuierlichen Umwelt aus Wolken, Kriegen und Wellen gegenüber“³⁸. Dahinter verbirgt sich das Ordnungsphantasma von Leibniz: „Wenn die Zahlen auf ihre einfachsten Prinzipien wie 0 und 1 reduziert werden, dann herrscht über all eine wunderbare Ordnung.“³⁹ So beginnt eine Denkepoche, die über literarische Phantasien (Jorge Luis Borges´ *Bibliothek von Babel*) bis an Michel Foucaults *Archäologie des Wissens* reicht: „Eine völlig distincte Sprache würde eine gänzlich klare Rede gestatten. Die Sprache selbst wäre in sich selbst eine *Ars Combinatoria*.“⁴⁰ Es ist jenes „*clara et distincta*“, von der auch Descartes träumt; an dieser Stelle kommt auch Frege wieder ins Spiel, um zu begründen, weshalb er eine ans Auge adressierte Begriffsschrift einer die Ohren meinenden akustischen Signalkette vorzieht. Zunächst beschreibt er „die nähere Verwandtschaft der Klänge zu den innern Vorgängen“ - und meint damit den Menschen. Tatsächlich aber gilt diese Verwandtschaft des Akustischen auch für die inneren Vorgänge (also Zustände) der Maschine namens Computer: „Schon die Form des Erscheinens ist für beide die zeitliche Folge; beide sind gleich vergänglich.“⁴¹ Insofern wäre auch die Botschaft von Martin Heideggers *Sein und Zeit* das Sonische.

Descartes weiß um die Schwierigkeit, analoge Prozesse in digitale aufzulösen - worauf Leibniz´ Differenzialrechnung eine Antwort findet. Ist die Welt kontinuierlich, „komplex und verwirrend, überwältigend vielfältig und in immerwährendem Fluß“, während die Rechner „in all dem eine Insel der Ordnung zu sein“ behaupten und gerade daher mit der Welt eigentlich nicht kompatibel?⁴² Descartes findet dafür ein einschlägiges Bild: „Man bedenke nur, was dem langsam Wachsenden in einer einzelnen Stunde Zutritt und dem langsam Abnehmenden abgeht; der Baum wächst jeden Tag, und er kann nicht größer werden, ohne daß ein Körper zu ihm hinzukommt. Wer hat aber je diese einzelnen Körperchen

37 v. Angerer 1956: 198

38 Friedrich A. Kittler, Es gibt keine Software, in: ders., *Draculas Vermächtnis*. Technische Schriften, Leipzig 1993, 240 ff., unter Bezug auf Neumann 1951

39 Leibniz, zitiert nach Werner Künzel u. Peter Bexte, *Gottfried Wilhelm Leibniz Barock Projekte*, Berlin 1990, 43

40 Foucault, *Die Ordnung der Dinge*, xxx, 256

41 Gottlob Frege, *Über die wissenschaftliche Berechtigung einer Begriffsschrift*, in: ders., *Begriffsschrift und andere Aufsätze*, hg. v. Ignacio Angelelli, 2. Aufl. Hildesheim (Olms) 1964, 106-114 (110)

42 Hartmut Winkler, *Docuverse. Zur Medientheorie der Computer*, München (Boer) 1997, Einleitung zu Kapitel 6

wahrgenommen, die zu einem wachsenden Baume in einem Tage zutreten? Wenigstens die, welche die endlose Teilbarkeit der Masse annehmen, müssen anerkennen, dass die Teilchen so klein gemacht werden können, daß kein Sinn sie wahrnehmen kann.“⁴³

Wenn nicht atomistisch, so ist Descartes' Modell mechanistisch – ein Nebeneffekt der beweglichen Lettern des Buchdrucks. Ganz im Sinne einer Medienpraxis ist Descartes hier buchstäblich zu lesen. Denn ihn erstaunt, wie ganz ähnliche körperliche Bewegungen – insofern es sich um Kulturtechniken handelt, zu denen er die Schrift zählt – innerhalb ein und desselben Körpers verschiedene Bewußtseinszustände hervorrufen kann. Praxis nicht der allgemeinen Schrift, sondern des diskreten, disjunktiven Alphabets. Winzigste Differenzen in der Wahrnehmung (Leibniz' *petits perceptions*) zählen hier: „Auf demselben Papier wird dieselbe Feder mit derselben Tinte, je nachdem das Ende der Feder geführt wird, Buchstaben einzeichnen, welche in der Seele des Lesers“ – wie auch auf einer Wachstafel – „die Vorstellung von Schlachten, Stürmen, Furien und die Affekte des Unwills und Schmerzes erregen.“ Das Realste an dieser Symbolmanipulation in das Kratzen der Feder, grammophon.⁴⁴ Doch zur Medientheorie *avant la lettre* wird dieser Gedankenzug, wenn er nicht mehr auf die unmittelbar physiologischen Prozesse der Wahrnehmung, sondern ihre (neuro-)informatische Prozessierung zielt: „Man wird vielleicht erwidern, daß die Schrift und die Rede keine Empfindungen und keine Bilder von ihr verschiedener Dinge unmittelbar in der Seele erwecke, sondern nur verschiedene Gedanken, durch die veranlaßt die Seele die Bilder der verschiedenen Dinge in sich ausbilde.“⁴⁵

Solche Gedankenmodelle sind nur denkbar vor dem Hintergrund einer kulturtechnischen Einübung in mechanisches Denken, neben dem elementaren Vokalalphabet auch ein Effekt der Ende des 13. Jahrhunderts in Klöstern (also einem strengen Disziplinarregime) erfundenen Räderuhr, welche Zeitabläufe diskretisiert und damit den Gedanken einer wiederholbaren Ordnung affirmiert.⁴⁶ Descartes' Syllogismen formulieren sich entsprechend: „Sowie nun die, welche in der Betrachtung der Automaten geübt sind, aus dem Gebrauche einer Maschine und einzelner ihrer Teile, die sie kennen, leicht abnehmen, wie die anderen Teile, die sie nicht sehen, gemacht sind, so habe auch ich versucht, aus den sichtbaren Wirkungen und Teilen der Naturkörper zu

43 Teil IV, § 201

44 Zu den Grenzen der literarischen Repräsentierbarkeit von Schlachten und Stürmen siehe Stendhal, Die Kartause von Parma. Roman, übertragen v. Arthur Schurig, Leipzig (Insel) 1951, "Nachwort und Anmerkungen des Übersetzers"

45 Descartes 1922: 240 f. (§ 197)

46 Siehe Wilhelm Schmidt-Biggemann, Maschine, in: J. Ritter / K. Günther (Hg.), Historisches Wörterbuch der Philosophie, 790-802, Berlin u. a. (Wiss. Buchgesellschaft) 1980

ermitteln, wie ihre Ursachen und unsichtbaren Teilchen beschaffen sind.“
<IV. Teil, § 203>

Folgt das Exempel des Uhrwerks für das Wirken des „Werkmeisters“ Gott, des Technikers, des Ingenieurs. Auch Leibniz definiert das Mechanische über den Begriff der Operativität (im Unterschied zur humanen Performanz), findet aber einen anderen Ort der Programmierung.

Mit den Cartesianern sieht Leibniz sich einig, „daß alle äußerlichen Handlungen [*opérations*] der Tiere mechanisch [*machinalement*] erklärt werden können“, insistiert aber nichtsdestoweniger, daß es „in ihnen etwas gibt, das [...] man Seele oder [...] substantielle Form nennen kann“⁴⁷. Descartes verbleibt demgegenüber streng kombinatorisch; von daher sein ganz „buchstäbliches“ Exempel permutativer Kryptographie: „Wenn z. B. Jemand einen Brief lesen will, der in lateinischen Buchstaben geschrieben ist, aber bei dem diese nicht in ihrer wahren Bedeutung hingestellt sind, und wenn er deshalb annimmt, daß überall, wo ein A stehe, ein B zu lesen sei, und wo B ein B, und daß so für jeden Buchstaben der nächstfolgende zu nehmen sei, und wenn er dann findet, daß auf diese Weise sich lateinische Worte daraus bilden lassen, wo wird er nicht zweifeln, daß der wahre Sinn des Briefes in diesen Worten enthalten sei.“⁴⁸

Damit rückt eine Mechanik an die Stelle biblischer Hermeneutik und die Lehre vom vier- oder gar vielfachen Schriftsinn – eine buchstäblich medienarchäologische statt hermeneutische Lektüre, die von der rein formalen, technischen Unterstellung ausgeht, „daß der Schreibende nicht die nächstfolgenden, sondern andere an Stelle der wahren gesetzt und so einen anderen Sinn darin verborgen hat“ (ebd.). Nicht als Vervollkommnung dieses Prinzips in der Nachrichtenkodierungsmaschine der Deutschen Wehrmacht namens Enigma, sondern als Antwort darauf, die diskontinuierlich ein neues medienarchäologisches Paradigma setzt, verwirklicht sich der Computer unter dem Namen Colossus in Bletchley Park auf der Höhe des Zweiten Weltkriegs.

Descartes' *Meditationen* sind in der seinerzeitigen Medienpraxis verwurzelt – und auf dem Stand der Mathematik, die er als Beweis dafür aufführt, daß Gott nicht betrügerisch sei <§ 206; zweifelnder aber § 5>. Damit im Bunde stehen die Bürokratie und die kaufmännische Buchführung als soziales Äquivalent (wenn Soziologie, wie mit Siegfried Kracauer, die Untersuchung regelhaft wiederkehrender Prozesse im menschlichen Raum meint): „Die unpersönliche bürokratische Ordnung des Kontors wetteiferte mit der klösterlichen und militärischen Ordnung

47 Gottfried Wilhelm Leibniz, Brief an Ehrenfried Walther von Tschirnhaus, November (?) 1684, in: ders., Philosophische Schriften u. Briefe 1683-1687, hg. v. Ursula Goldenbaum, Akademie-Verlag Berlin 1992, 59f (59)

48 Descartes 1922: § 205

in der Schaffung der Grundlagen für die starre Disziplin und die unpersönliche Regelmäßigkeit, die sich mit der Zeit auf alle Aspekte des institutionellen Lebens der westlichen Zivilisation ausdehnte. Diese Ordnung wurde ohne Schwierigkeiten auf automatische Maschinen und Computer übertragen.“⁴⁹

Dieser unscharfen Übertragung gegenüber insistiert Medienarchäologie auf dem Nachweis der technischen und logischen Diskontinuitäten zwischen Klosterdisziplin und komputierenden Maschinen.

Nachdem die altgriechische Philosophie Seele und Körper trennt und damit einen abendländischen Diskurs präfiguriert, schreibt Descartes diese Spur fort, in seiner Unterscheidung zwischen *res cogitans* und *res extensa*. Das materielle Universum ist dabei reine Physik, Physik und Mechanik identisch: „und eine Uhr, die aus irgendwelchen Rädern zusammengesetzt ist, um die Zeit anzuzeigen, ist nicht weniger natürlich als ein Baum, der aus irgendeinem Samen entstanden ist, um bestimmte Früchte hervorzubringen“ - nur daß sich die Uhr, anders als der Baum, nicht zielgerichtet, sondern iterativ verhält. Wenn auch der Leib ein Automat ist, gerinnt die Maschine zum „Platzhalter des verschwundenen Lebens“⁵⁰ - ein Skelett. Descartes kann also auf die Seele verzichten⁵¹, um sie an anderer Stelle als Differenzkriterium wieder einzuführen: „Wenn es Maschinen mit den Organen und der Gestalt eines Affen oder eines anderen vernunftlosen Tieres gäbe, so hätten wir kein Mittel, das uns nur den geringsten Unterschied erkennen ließe zwischen dem Mechanismus dieser Maschinen und dem Lebensprinzip dieser Tiere“ - nahe dem Turing-Test in der KI-Forschung, der allerdings ganz der Seele entbehrt.⁵²

Der Turing-Test wurde von seinem Denker wohlweislich auf das Reich der diskreten Symbolen, nämlich der Kommunikation per Text, limitiert. Was außen vorbleibt, ist das, was euphemistisch „das Soziale“ in der Kommunikation heißt Gilt der Turing-Test auch umgekehrt in dem Sinne, daß ein Roboter unterscheiden könnte, ob er mit einem anderen Roboter oder einem Menschen „kommuniziert“? Medienkompetenz liegt gerade darin, die Grenze zwischen Roboter und Mensch ebenso wie deren Isomorphie zu durchschauen, im Namen von Kybernetik.

Es ist dies die Epoche der mechanischen Schachspieler, Schriftsteller und Klavierspieler, gar verdauenden Enten-Artefakte Vaucancons, worin Deleuzes Begriff des „organlosen Körpers“ ebenso schon Wirklichkeit ist wie in E. T. A. Hoffmanns Novelle *Der Sandmann* von 1816, worin die Figur der Olimpia, obgleich ein Automat, so anmutig zu tanzen vermag,

49 Lewis Mumford, *Mythos der Maschine*, Frankfurt/M. (Fischer) 1977 [*1964/66], 139

50 Budde / Züllighoven 1990: 38

51 Siehe Alex Sutter, *Göttliche Maschinen*, Frankfurt/M. (Athenäum) 1988, 65

52 Budde / Züllighoven 1990: 38 f.

daß sie die menschliche Intuition, Maschinen immer von Menschen unterscheiden zu können, ebenso verunsichert wie nachmals der Turing-Test. In der Sonosphäre stand das Sirenen-Motiv von Homers *Odyssee* immer schon für diese Verunsicherung der akustischen Distinktion zwischen artifizieller und menschlicher Stimme.

La Mettrie hat im Umkehrschluß Lebewesen als Maschinen entziffert (1747 unter dem Titel *L'Homme Machine*); Leibniz rekurriert ironisch auf dieses kartesische Modell von Körpern als Maschinen im Unterschied zur menschlichen Seele: „Mit einer großen Gleichgültigkeit teilten sie den Hunden Schläge aus [...]. Sie sagten, daß die Tiere Uhrwerke seien, daß die Schreie, die sie ausstießen, wenn sie geschlagen wurden, nur der Lärm einer kleinen Feder sei, die berührt worden wäre, und daß der ganze Körper ohne Gefühl sei. Sie nagelten arme Tiere an ihren vier Pfoten auf Bretter, um sie bei lebendigem Leibe zu sezieren und die Blutzirkulation zu beobachten.“⁵³

In der Epoche der Kybernetik, die prinzipiell Kommunikations- und Kontrollmechanismen in Lebewesen und Maschinen gleichsetzt, werden solche Experimente selbstverständlich (so Norbert Wieners *Cybernetics* von 1948). Was Menschen als Kurzschluß in Elektrounfällen erfahrbar wurde, kommt zu methodischen Ehren: der Mensch selbst wird selbst an den energetischen Schaltkreis angeschlossen. Was Jules-Étienne Marey 1868 als Beispiel für die *graphische Methode* anführt (die Übertragung elektisch gereizter Muskeltätigkeit eines seziierten Froschschenkels auf ein Schaubild), wird kybernetisch operativ. Folglich kehrt dieses Modell unter dem Begriff von Rückkopplung wieder. Wiener setzt Sensoren und Meßgeräte einerseits und menschliche und tierische Sinnesorgane andererseits gleich; so schreibt er über Experimente mit „lebenden Maschinen, die wir Tiere nennen“⁵⁴, in der Tradition der Froschschenkel-Elektrisierungen (Forschung und Frosch fallen hier buchstäblich noch nahezu ineins): „Wir arbeiteten hauptsächlich mit Katzen, die zuerst durch Äther betäubt und später durch eine Durchtrennung des Rückenmarks in Brusthöhe gelähmt wurden. [...] Der Muskel wurde bis zu dem Punkt gespannt, an dem ein leichter Anstoß ihn in einen Zustand periodischer Kontraktionen zu versetzen pflegt [...]. Wir beobachteten dieses Kontraktionsmodell und konzentrierten unsere Aufmerksamkeit dabei auf die physiologische Kondition der Katze, die Spannung des Muskels, die Frequenz der Schwingung, den Mittelwert der Schwingung und ihre Amplitude. Diese versuchten wir zu analysieren, wie wir ein mechanisches oder elektrisches System analysieren würden, das das gleiche Schwingungsbild aufweist.“⁵⁵

53 Leibniz, zitiert nach Sutter 1988: 250

54 Wiener 1968: 48

55 Wiener 1968: 41

Ist der Frosch von Galvani und Volta bis DuBois-Reymond jedoch noch ein elektrophysiologisches Meßorgan, wird Wieners Katze zum Untersuchungsobjekt von Informationsverarbeitung zwischen Nervenreizung und Gehirn – die ganze Differenz von Medien des 19. und des 20. Jahrhunderts. Was den Diskurs der aufgeklärten oder romantischen Vernunft mit ihrer Mensch-Maschine-Metaphorik von dem modellbildenden Medium der aktuellen Kultur unterscheidet, ist die techno-epistemologisch unerhörte Neuheit des Computers: „Es ist die Tatsache, dass Computer eben gerade weder Organersatz und schlichte Ausweitung des Körpers noch Werkzeuge sind, die intentional erfunden und dann lediglich Zwecken unterworfen und benutzt werden würden, die ihre Wirkung ausserhalb ihrer unmittelbaren Verwendung einbüßten. Sie sind die ersten Maschinen, die mit dem Menschen den Besitz von Sprache, den Umgang mit Zeichen teilen, es markiert ihr Erscheinen eine epochale Zäsur, nach der es neben den mit Bewusstsein begabten Menschen und dem Rest der Welt noch etwas Drittes gibt, das materiell ganz der Kategorie des Realen angehört, eine unbelebte Maschine aus Kupfer, Silikon und Plastik, das aber dennoch, wie der Mensch, auch im Reich des Symbolischen zu operieren im Stande ist.“⁵⁶

Am Ende der symbolischen Maschine steht der Einbruch ihres elektrotechnisch Realen, dokumentiert in einer E-mail (K. C.) 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.“

Das Denken Heideggers hat sich nach seiner philosophischen „Kehre“ (wenngleich nicht affirmativ) dem Technischen gestellt. Zunächst gilt für den Computer ein Satz aus Heideggers Brief über den Humanismus: Das Denken hat keinen Zweck, sondern findet statt. Und fokussiert auf die Fähigkeit zur Rekursion: „Den technischen Prozeß der Rückkopplung, der durch den Reglerkreis gekennzeichnet ist, leistet eine Maschine ebenso gut – wenn nicht technisch überlegener – als das Meldesystem der menschlichen Sprache. Darum ist der letzte Schritt, wenn nicht gar der erste, aller technischen Theorien der Sprache zu erklären, „daß die Sprache nicht eine ausschließlich dem Menschen vorbehaltene Eigenschaft ist, sondern eine, die er bis zu einem gewissen Grade mit den von ihm entwickelten Maschinen teilt.“⁵⁷

Aber diese Verunsicherung der Mensch-Maschine-Differenz ist vielleicht erst denkbar, nachdem die Sprache (so schon die These von Aristoteles) als diskrete Schrift sichtbar und damit ebenso schreibtechnisch

⁵⁶ Martin Warnke, Das Seufzen der Olimpia, URL xxx

⁵⁷ Martin Heidegger, Überlieferte Sprache und technische Sprache, Erker 1989 26, unter Bezug auf: Norbert Wiener, Mensch und Menschmaschine, xxx, 1952, 78; siehe auch Jaques Lacan, Psychoanalyse und Kybernetik oder von der Natur der Sprache, in: Das Ich in der Theorie Freuds und in der Technik der Psychoanalyse, Olten / Freiburg i. Br. 1980, 373-390

manipulier- wie linguistisch analysierbar geworden war. Die typographische Implikation des kartesischen Rationalismus wird in einem kryptographischen Beispiel manifest, in welchem die *Lesbarkeit der Welt* (Hans Blumenberg) sich schreibt: „Wenn z. B. Jemand einen Brief lesen will, der in lateinischen Buchstaben geschrieben ist, aber bei dem diese nicht in ihrer wahren Bedeutung hingestellt sind, und wenn er deshalben annimmt, daß überall, wo ein A stehe, ein B zu lesen sei, und wo B ein C, und daß so für jeden Buchstaben der nächstfolgende zu nehmen sei, und wenn er dann findet, daß auf diese Weise sich lateinische Worte daraus bilden lassen, so wird er nicht zweifeln, daß der wahre Sinn des Briefes in diesen Worten enthalten sei.“ <IV. Teil, § 205>

Nicht erst die kommerzielle Produktwerbung in TV-Medien weiß um die Wirkungsmechanismen sogenannter „subliminal images“ (die bei Gottfried Wilhelm Leibniz noch französisch „pétites perceptions“ heißen). Descartes hat offensichtlich die Wahrnehmungssensibilisierung während seiner militärischen Karriere als Volontär im Kriegsdienst (Holland und Deutschland, 1619/20) nicht vergessen. Dieselbe trainiert ihn auch für das Denken der Mathematik und der „mathematischen Beweise“, die er analog autorisiert <§ 206>; in der militärischen Winterpause kam er zur Entdeckung der *mathesis universalis* als Grundwissenschaft aus Geometrie, Logik und Arithmetik.

Auch Claude Shannons *Mathematical Theory of Communication* entstand im militärisch-nachrichtentechnischen Kontext, nämlich des Zweiten Weltkriegs; der 0/1-Logik geheimer Archive entsprechend wurde eine spezifische Applikation dieser Theorie erst nach der Aufhebung der Geheimhaltung eines zunächst vertraulichen, auf den 1. September 1945 datierten Berichts bekannt: *A Mathematical Theory of Cryptography*.⁵⁸ Ebenso der Bau des ersten tatsächlich operativen Computers *Colossus* im englischen Bletchley Park – auf der Basis von Alan Turings theoretischem Aufsatz *On Computable Numbers* von 1936/37. Denn hier geschah die Berechnung von Codes durch Zahlen zum Zweck der Dechiffrierung kodierten Nachrichten der Deutschen Wehrmacht.

Der Philosoph Leibniz aber scheiterte bei der Suche nach einer universalen Metasprache.⁵⁹ „Es müßte sich [...] eine Art Alphabet der menschlichen Gedanken ersinnen und durch die Verknüpfung seiner Buchstaben und die Analysis der Worte, die sich aus ihnen zusammensetzen, alles andere entdecken und beurteilen lassen.“⁶⁰

58 Druckfassung in: Bell System Technical Journal 28 (1949), 656-715; übersetzt unter dem Titel "Die mathematische Kommunikationstheorie der Chiffriersysteme", in: Claude E. Shannon, Ein / Aus. Ausgewählte Schriften zur Kommunikations- und Nachrichtentheorie, hg. v. Friedrich Kittler, Peter Berz, David Hauptmann u. Axel Roch, Berlin (Brinkmann & Bose), 101-175

59 Ulrike Steierwald, *Wissen und System: zu Gottfried Wilhelm Leibniz' Theorie einer Universalbibliothek*, Köln (Greven) 1995, 40

60 Zitiert nach: Steierwald 1995: 41

Leibniz' Fragment *Apokatastasis panton* sucht eine imaginäre Bibliothek zu konstruieren, in der die gesamte zur Realität gekommene Geschichte der Menschheit als *beste aller möglichen Welten* (*virtualiter* also) gespeichert wäre. Die Texte kämen durch ein konsequentes Durchspielen aller möglichen Buchstabenkombinationen zustande. Gegeben seien Folianten von je 10.000 Seiten zu hundert Zeilen; damit wäre die Zahl der Bücher, die aus dem Material der Schrift durch alle möglichen Kombinationen entstehen würden, zwar groß, aber durchaus endlich – solange das Ereignis der Aussagen an ein finites Format, in dem Fall das paradigmatische Buch, gebunden bleibt.

„Entsprechend dem prähistorischen Zeitalter, sind für Leibniz Erlebbares und Protokollierbares, also „wirkliche“ und „geschriebene“ Geschichte – noch kongruent. Ein Benutzer dieser Bibliothek müßte die Exemplare mit sinnvollen Buchstabenkombinationen und damit entzifferbaren Geschichten herausfinden.“⁶¹

Der Filter heißt also Semantik. Auf dieser medientechnisch elementaren Basis definierte auch Jorge Luis Borges in seiner Erzählung *Die Bibliothek von Babel* „das Fundamentalgesetz der Bibliothek“: daß sämtliche Bücher, „wie verschieden sie auch sein mögen, aus den gleichen Elementen bestehen: dem Raum, dem Punkt, dem Komma, den zweiundzwanzig Lettern des Alphabets.“⁶² Hier spricht das Medium, in dem sich diese Sätze schrieben – egal, ob in Prosa oder als Poesie, als medienwissenschaftliches Werk oder als Roman. Tatsächlich schickte die börsennotierte Internet-Suchmaschine Google sich an, im Projekt *Google Print* zentrale Bestände amerikanischer Universitätsbibliotheken *online* zu stellen. Einmal dort, kann die Welt (der Bücher) im ASCII-Code kalkuliert werden.

Leibniz unternahm als Gedankenspiel den Versuch, ein virtuelles Gesamtprotokoll der Welt zu *kalkulieren*, d. h. Aus einer *auf-*, nicht *erzählenden* Kombinatorik aller verfügbaren Buchstaben hochzurechnen. Denn erst als (Symbol-)Folge aufschreibbarer Ereignisse, also Schrift-Ereignisse, sind Prozesse als Geschichte faßbar, speicherbar, berechenbar, übertragbar. Für jede private Lebensstunde eines Individuums kalkuliert Leibniz 10.000 Lettern und hat damit Subjektivität finit berechenbar gemacht: „Also eine Seite von 100 Zeilen, jede zu 100 Buchstaben berechnet.“⁶³ Zugleich ist damit festgesetzt, daß Individualität eine im Moment der symbolischen Aufzeichnung gesetzte Größe, nicht das Leben, nicht Physik und Biologie ist.

61 Ulrike Steierwald, *Wissen und System: zu Gottfried Wilhelm Leibniz' Theorie einer Universalbibliothek*, Köln (Greven) 1995, 65

62 Jorge Luis Borges, *Die Bibliothek von Babel. Erzählungen*, Stuttgart (Reclam) 1974, 51, zitiert nach: Steierwald 1995: 58

63 Leibniz in Ettliger 1921: 29

Ist die Welt einmal in Symbolen registriert (Phoneme, Buchstaben, Ziffern), wird sie potentiell medienoperativ in jeweils endlichen Zeichenmengen berechenbar. Es gilt damit (als Daten) alles, was aufgeschrieben werden kann; *dagegen* steht das Kontinuierliche, das erst durch das mathematische Werkzeug der Differential- und Integralrechnung gemeistert wird. Leibniz' alphabetisches Denkeperiment benennt diese Differenz: Auch wenn ein früheres Zeitalter für einen Moment wiederkehrt, soweit es aufgeschrieben wurde und die Buchstaben dann hinreichend lange kombinatorisch permutiert werden, wird es sich doch nicht gänzlich und in allen Einzelheiten wiederholen: „Denn immer werden doch Unterschiede, wenn auch unmerkliche und in Büchern nicht hinreichend bezeichnenbare, vorhanden sein. Da das Kontinuum in faktisch unendliche Teile zerlegbar ist, existiert zumal in jedem Bruchstück der Materie eine Welt unendlicher Geschöpfe. Freilich wenn die Körper aus Atomen beständen, dann würde alles genau in der gleichen Vereinigung der Atome sich wiederholen [...]. Aber eine solche Welt würde dann eine Maschine sein“ - und somit als Archiv speicherbar; etwa das Internet *in toto*. Eine Maschine vermögen Geschöpfe von begrenzter Vollkommenheit - also der Mensch - restlos zu erkennen, „was aber in der wirklichen Welt nicht stattfindet“ <ebd., 31>. Mit dem Human Genome Projekt allerdings, das die biogenetischen Bestandteile, die den Menschen ausmachen, bis auf die kleinsten Moleküle durchrechnet und damit universal archiviert, ist diese kritische Grenze erreicht.

Auch Descartes verweist auf jene kleinsten „Teilchen“, die von keinem menschlichen Sinne wahrnehmbar, aber dennoch existent sind.⁶⁴ Ihre Wirkung erschließt sich im Reich der Apparate: „Die Regeln der Mechanik sind dieselben wie die der Natur“, schreibt Descartes in seiner *Abhandlung über die Methode* (V, 14). Analog dazu sucht eine weitere Figur im Dreigestirn dieser diskursarchäologischen Konstellation, Galileo Galilei, das „Buch der Natur“ als zusammengesetzt aus geometrischen Grundfiguren zu entziffern und damit die Natur als einen gewaltigen Mechanismus auffassen, dessen Gesetze der Mathematik zu entnehmen sind.⁶⁵ Galilei sah das jeweilige Objekt seiner Beobachtung strikt an seinem notwendigen Ort, „er hat es im Raum gesehen, in Zahl und Zeit: *pondere, mensura, numero* - er hat die Mechanik gegründet“⁶⁶. Dabei es macht eine medienarchäologisch entscheidende Differenz, ob Mathematik arithmetisch oder geometrisch betrieben wird; die Anschaulichkeit selbst (*theoría*) steht damit auf dem Spiel. Leibniz' Begriff einer prästabilen binären Harmonie tritt das Erbe der antiken

64 Teil IV, § 201

65 Galileo Galilei, *Il Saggiatore* (1623). Siehe Hans Blumenberg, *Die Lesbarkeit der Welt*, Frankfurt/M. 1981, 74; ferner Arthur Buchenau, Vorrede, zu: René Descartes, *Die Prinzipien der Philosophie*, übers. v. A. Buchenau, Leipzig (Meiner) 1922, iii

66 Michel Serres, Rom, aus d. Frz. übers. v. Walter Seitter, in: *Tumult. Zeitschrift für Verkehrswissenschaft* Bd. 5 (1983), 83-87 (87)

Vorsokratiker (Heraklit, Pythagoras) an; sein Begriff der Monaden ist als *terminus technicus* in den Texten des Archytas von Tarent (bei Philolaos) schon existent. War diese *monas* Leibniz bewußt oder unbewußt? Leitet sich Leibniz' Dyadik aus dem parmenideischen Begriffspaar von *peras* / *apeiron* ab? Ist dieser Gedanke ein Produkt mathematischen Kalküls oder eine Manifestation diskursiver Gewalt, alle solche Denkmodelle auf eine letztlich theologische Kosmologie zurückführen zu müssen? Die binäre Notation wird von Leibniz 1703 veröffentlicht, doch seine Dyadik erläutert er bereits in einer Schrift von 1679, in der sich andeutet, daß das Rechnen im dualen Zahlensystem von einer Maschine übernommen werden kann: „Eine Dose soll mit Löchern versehen sein, die geöffnet oder geschlossen werden können. Die offenen Löcher seien gleichbedeutend mit einer 1, die geschlossenen mit einer Null. Eine 1 werde durch das Fallen einer Kugel gekennzeichnet, die 0 durch das Nichtfallen. In mehreren Ebenen aufgebaut könnten mit dieser Maschine durch das Verschieben von Spalte zu Spalte Multiplikationen durchgeführt werden.“⁶⁷ Öffnung und Schließung – das Wesen der kybernetischen „Tür“ (Lacan); im Klartext: Schaltung und Relais.

Leibniz schildert den Aufbau des binären System zunächst dem Herzog von Braunschweig-Wolfenbüttel. Herzog Rudolf August sieht in der Entwicklung der Zahlen aus 0 und 1 eine Analogie mit der biblischen Schöpfungsgeschichte, woraufhin Leibniz ihm Anfang 1697 eine entsprechend bezifferte Medaille entwirft. Doch in dieser von Leibniz beschworene Analogie zwischen Dyadik und schriftlicher Glaubenslehre grenzt das System an Zahlenmystik <Trogemann / Viehoff 2005: 226>, wie sie der Kabbala nähersteht als der Turing-Maschine. In seinem sogenannten Neujahrsbrief vom 12. Januar 1697 beschreibt Leibniz die Schöpfung Gottes aus dem Nichts, um der kühlen Differenz von Null und Eins ein metaphysische Begründung geben zu können – ein Hemmnis des Denkens, eine diskursive Rücksicht, von der die Notlage des Zweiten Weltkriegs die praktischen Inswerksetzer der ersten Computer in England und den USA entlastete.

Indizien sprechen dafür, daß Leibniz von Nachrichten aus Korea oder aus China inspiriert war; sein Briefwechsel mit dem dort tätigen Jesuiten Bouvais nennt den expliziten Vergleich seiner Dyadik mit dem koreanischen Zeichenpaar der durchgezogenen und gebrochenen Linien. Das I-Ging figuriert noch heute im südkoreanischen Staatswappen, die durchgezogene und durchbrochene Linien als Orakel. Entwickelt aber war Leibniz' Dyadik schon vorab – und er rechnet damit.

Leibniz' Dyadik (als Reduktion der Dekadik) zeigt den Weg für binäres Rechnen, das später die Grundlage der Technifizierung mathematischer Operationen wird. Die „Apotheose des Stellenwertsystems“ (Peter Berz)

⁶⁷ Zitiert nach: Hadwig Dorsch, Der 1. Computer, Museum für Verkehr und Technik Berlin, 10

war seine Antwort auf die Hardware-Probleme seiner eigenen Rechenmaschine. Leibniz erfindet die Staffelwalze, um damit die Herausforderung des mathematischen Übertrags zu lösen; feinmechanisch aber stellt sich nach wie vor das Problem der Unschärfe einer Kalkulation, die eben nicht im Raum der Ideen, Gedanken oder auf Papier, sondern in der physikalischen Welt der Materien verankert ist – der ganze Unterschied auch später zwischen dem Modell der Turing-Maschine und der real implementierten von-Neumann-Architektur des Computers. Leibniz' Skizze einer dyadisch operierenden Rechenmaschine ist überliefert; sie aber schlummert im latenten Raum der Archive. In Paderborner hat das Heinz-Nixdorf-Museum aufgrund von Leibniz' Zeichnung ein solches Modell tatsächlich gebaut – Medienarchäologie aktiv.

Tatsächlich florierte einmal ein „prähistorischer Taschenrechner“ namens *Produx*, der genau zwischen der „Papiermaschine“ Mathematik und der emphatischen Rechenmaschine stand, indem ein Stahlstift es erlaubte, auf der flachen Metallfläche Zahlenwerte mechanisch gegeneinander zu verschieben und damit instantan Rechenoperationen auszuführen.

Logische Maschinen (Leibniz, Condillac, Peirce)

Entwürfe von begriffsverarbeitenden, mithin also algebraischen und – im Unterschied zu Rechenmaschinen – nicht schlicht arithmetischen Maschinismen sind keine isolierte Früchte, gefallen aus dem ideengeschichtlichen Himmel, sondern Glieder in einer eher losen denn festen Kopplung logischer und technischer Entwicklungen beim Versuch, kognitive Operationen Maschinen zu übergeben. In das medienepistemologische Tischtuch ist – gleichsam aus dem Jacquard-Webstuhl heraus – der Drang zum Digitalen selbst eingewebt.

In Anlehnung an Lull plante Leibniz eine universale Sprache als eine, in der Ideen und Aussagen algebraisch ausgesagt werden können. Sie soll auf Primzahlen basieren, da diese nicht weiter dekomponiert werden können; damit lassen sich alle Basiskonzepte ausdrücken. Grundvorstellung seiner algebraisch-arithmetischen Sprache ist, daß jedes Aussage durch sie als Formel ausgedrückt werden kann. Diese Formeln können dann ihrerseits komputativ transformiert werden, so daß logische Vernunft auf arithmetische Operationen zurückgeführt und mithin mechanisch implementiert werden kann. Wenn alles Denken auf der Substitution von Charakteren beruht, die ebenso Wörter wie Symbole oder Bilder sein können, kann es kalkuliert werden. Allen Zweifeln gegenüber antwortet Leibniz mit seinem imperativen *calculemus*; mit Tinte, einer Feder und Papier lassen sich die Fragen beantworten. Hier

deutet sich Turings „Papiermaschine“ schon an.⁶⁸ Wenn Begriffe einmal in charakteristische Zahlen überführt sind, entsteht ein neues *organon*, das Leibniz zufolge die Denkkraft ebenso erweitert wie es die optischen Gläser einst für die Augen waren – nur daß (so ebenso Leibniz) dieser Mechanismus den Mikroskopen und Teleskopen gegenüber in dem Maße überlegen ist wie die theoretische Vernunft dem optischen Sinn überhaupt.⁶⁹ So entsteht ein neuer Typus von Medium. Medienwirksam aber wird dies erst, wenn es in der physikalischen Welt implementiert ist – der ganze Unterschied zwischen der Turing-Maschine und der von Neumann-Architektur des Computers (vom ENIAC zum EDVAC).

„Entgegen der gängigen Darstellung der Computergeschichte liegt eine tiefe Kluft zwischen Leibniz und den späteren Entwicklungen, die dann tatsächlich zum Computer führten. Die Wissensform des Barock und der Aufklärung war durchdrungen von der Allmacht der Ordnung: Die in den Zahlensystemen selbst zu findende Ordnung besorgte die Automatik, die Leibniz in seiner Maschine förmlich nachzubauen versuchte. Dagegen verkörpern programmierbare Maschinen bekanntlich eine kybernetisch-algorithmische Wissensform.“⁷⁰

Ein Kalkül ist ein endliches System von Axiomen, die zusammen die Gesamtheit der Mathematik ergeben. Auch Condillac formuliert eine Sprache des Kalküls: „Si l'expérience prouvoit que l'homme ne peut penser qu'à l'aide des signes, il est manifeste que dans ce cas les idées innées aussi supposeraient le secours des signes. Or l'expérience nous prouve que nous ne pensons jamais qu'à l'aide des signes [...]. Et l'on n'objectera pas que le mathématicien peut penser une formule algébrique immédiatement, sans employer aucun mot, sans se dire à soir-même plus, moins, multiplié, divisé, égal; car il ne peut penser sa formule sans les signes +, -, = &c. Donc supposé qu'il y ait des idées innées, elles ne peuvent être présentes à l'esprit sans le secours des signes.“⁷¹

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

69 Alice R. Burks / Arthur W. Burks, The First Electronic Computer. The Atanasoff Story, Ann Arbor (University of Michigan Press) 1989, 329

70 Bernhard Dotzler (im Gespräch mit Rudolf Maresch), Medienwissenschaft ist eine sichtbar machende Wissenschaft, in: *online-Zeitschrift Telepolis* (27. November 2005), <http://www.heise.de/tp/r4/artikel/21/21366/1.html>. Siehe ders., Papiermaschinen, xxx

71 F. de Castillon, MÉMOIRE touchant l'influence des Signes sur la formation des Idées (lu à l'Académie le 11 avril 1799), in: Mémoires de l'Académie Royale des sciences et Belles-Lettres, classe de philosophie spécul., 1799/1800, 3-28 (11)

Logik der Substitution: *Sentir* und *penser* korrelieren hier miteinander im „moyen d'un signe“, also im Medium. „Donc penser doit signifier la présence médiante d'un objet, la présence non de l'objet même, mais d'un signe qui en tient lieu.“⁷²

Condillacs *Langue des calculs*, 1798 posthum veröffentlicht, basiert auf einer Theorie der Zeichen (*signes*). Denken heißt demnach *décomposition des phénomènes* und *composition des idées*; die dazu erforderliche Isolierung der Bestandteile ist nur mit Hilfe von Symbolen möglich: die Finger und Gebärden, die Lautsprache, die Ziffern, die Buchstaben und die Zeichen der Infinitesimalrechnung. Die Logik, als die allgemeine Grammatik aller dieser „Sprachen“, bestimmt auch die Mathematik; diese Methode macht aus Denken ein Rechnen mit gegebenen Größen. „Dabei lehnt sie jeden Gedanken einer Beziehung dieser Daten auf die metaphysische Realität ab [...], und Wahrheit besteht nur in den innerhalb des Denkens durch die `Zeichen´ ausdrückbaren Gleichungen.“⁷³ Dem setzt Hermann Graßmann später seine *Ausdehnungslehre* entgegen: „Es ist also die intensive Größe gleichsam die flüssig gewordene Zahl, die extensive Größe die flüssig gewordene Kombination.“⁷⁴ Kommen diskrete Medien dem Stetigen auf die Spur, oder reproduzieren sie die Diskretheit des Stetigen selbst? „Das stetige Werden, in seine Momente zerlegt, erscheint als ein stetiges Werden mit Festhaltung des schon gewordenen“ <Graßmann ebd., 28>. Anhand konkreter medientechnischer Artefakte kristallisiert sich diese Frage nach dem aktual oder potentiell Unendlichen. Leibniz beschreibt „die Wahrnehmung eines künstlichen Transparenten, wie ich es bei den Uhrmachern gesehen haben, das durch die rasche Umdrehung eines gezahnten Rades entsteht“, wobei das menschliche Auge die Vorstellung der Zähne des Rades ebensowenig bewußt zu entwirren vermag, wie das menschliche Ohr das Meeresrauschen am Strand in seine einzelnen Wellenbrechungen zu zerlegen vermag und dennoch ein analytisches Organ für solche *petits perceptions* hat. Nicht nur der stroboskopische oder kinematographische Nachbild-Effekt, sondern auch die akustische Fourier-Analyse ist *avant la lettre* schon im Räderuhr-Modell von Leibniz angelegt. So verschwinden „die einzelnen Zähne für uns und (erscheint) statt ihrer ein scheinbar kontinuierliches Transparent, das sich aus der sukzessiven Erscheinung der Zähne und ihrer Zwischenräume zusammensetzt, wobei indes die Aufeinanderfolge so schnell ist, daß unsere Vorstellung an ihr nichts mehr unterscheiden kann. Man findet

72 Castillon 1799/1800: 12

73 Wilhelm Windelband, Lehrbuch der Geschichte der Philosophie, Tübingen (4. Aufl.) 1907, 400

74 Hermann Graßmann, Die lineare Ausdehnungslehre [1844], in: ders., Gesammelte Mathematische und Physikalische Werke, Leipzig (Teubner) 1894ff, Bd. I. 1, 1-319 (27). Dazu Marie-Luise Heuser, Mathematik und Zeit im 19. Jahrhundert, in: Die Wiederentdeckung der Zeit. Reflexionen, Analysen, Konzepte, hg. v. Antje Gimmler / Mike Sandbothe / Walther Ch. Zimmerli, Darmstadt (Wiss. Buchgesellsch.) 1997, 95-113

also wohl diese Zähne in dem distinkten Begriff von diesem Transparent, nicht aber in der verworrenen sinnlichen Auffassung, deren Natur es ist, verworren zu sein und zu bleiben.“⁷⁵

Charaktere operieren im Raum (der Typographie) und aufgrund der Koexistenz lokaler Zeichen, Ausdrücke operieren in der Zeit und mit der Sukzession von Signalen (Siegert ebd.) - ein Unterlaufen des Auflösungsvermögens der analysierenden Vorstellung.

Die relationale Semiotik von Charles S. Peirce bezieht sich ausdrücklich auf Lulls Kombinatorik und Leibniz' Plan, alle Gedanken auf Mathematik zu reduzieren. Peirce „realized that his own relational logic was a bridge between truth-function logic and mathematics“⁷⁶. Peirce war ferner vertraut mit Charles Babbages Plänen eines „general-purpose programmable computer“. Babbages Difference Engine von 1822 folgt 1833/34 der Entwurf einer Analytical Engine, die aber an der Feinmechanik scheitert.⁷⁷ Peirce sucht Elektromagnetismus zur Lösung mathematischer Probleme zu nutzen; „one would then have an electrical analytical engine“⁷⁸; Herman Hollerith realisiert zeitgleich den elektrisch programmierbaren Rechner als Tabulator auf Lochkartenbasis. Schon die Analytical Engine war speicherprogrammierbar und in der Lage, bedingte Verzweigungen zu rechnen. Weil Lochkarten im Rechenprozeß von der Maschine selbst gestanzt werden, kann sie selbständig auf fehlerhafte Programmierung reagieren. Solche Rückkopplung bedeutet die Emanzipation nicht-trivialer Maschinen vom Menschen, insofern sie ihren berechneten Output als Input zu verwenden vermögen und durch diesen Wiedereintritt (*re-entry*) von Zwischenergebnissen in den Prozeß selbst in den Zustand einer quasi-organischen *indeterminacy* (Spencer Brown) geraten.

Künstliche Intelligenz 1832: Karsakovs „Ideenmaschine“

Die Rekonstruktion von Momenten des Umbruchs der technologischen Epistemologie erfolgt unter dezidierten Fragestellungen der Jetztzeit; von daher rückt an die Stelle linearer Mediengeschichte die exemplarische Medienarchäologie. Es gibt und es gab technologische Medien als reale Artefakte, die z. T. Materiell (museal) als sie selbst überliefert sind – wie etwa jene Zahnräder in einem antiken Schriftswrack, gefunden vor der menschenleeren Insel Antikythera in der Ägäis, der die Ur-Form eines astronomischen Analogcomputers darstellt. Alphabetische Zeichen dienten hier die operativen Skalierung.

75 Leibniz, zitiert in Siegert 2003: 183

76 Burks / Burks 1989: 346

77 Simon Schaffer, Babbage's Intelligence, in: *Critical Inquiry* 21 (1994), 204-227; über "maschinale Intelligenz" vgl. Karsakov 1832

78 Burks / Burks 1989: 347

Bisweilen aber sind technische Medien, die es gab, ausschließlich in einer symbolisch kodierten Form überliefert: als alphabetischer Text (Bericht), oder in technischen Zeichnungen und damit operativ-diagrammatisch rekonstruierbar. Archiv heißt Ort und Form der Speicherung solch nicht-materiellen, schriftsymbolischen Gedächtnisses. An dieser Stelle ein Sprung hinein mitten in dieses Archiv, *medias in res* – wobei das Wortspiel hier ganz besonders brisant ist. Die medienarchäologische Frage ist, wie sehr das Wissen eines technologischen Objekts aus seiner Eigenlogik resultiert, oder von Paratexten der Überlieferung abhängig ist. Es handelt sich um eine Broschüre aus dem Jahr 1832: *Aperçu d'un procédé nouveau d'investigation au moyen de machines à comparer les idées*.⁷⁹ Aufregend ist diese Schrift deshalb, weil sie – lange vor Holleriths (späteren IBM-)Maschinen und zeitgleich zu Charles Babbages mechanischen Rechnern im technischen Gefolge des programmierbaren Jacquard-Webstuhl ein Lochkartenverfahren entwirft, das Datenverarbeitung zum Zweck von *intelligence* einsetzt. Nicht von ungefähr war der Autor im statistischen Büro des russischen Innenministerium tätig.

Die unerbittlich alphabetische Logistik bibliographischer Suchtechniken und Kataloge der Fernleihe erlauben – zumal in Eigennamen – keine Fehler. Das Büchlein ließ sich erst finden, nachdem die korrekte Schreibweise des Autors Semen Karsakov identifiziert war. Das Alphabet ist bei Karsakov selbst thematisch, dessen entscheidende Befähigung er unterstreicht, Ideen und Begriffe der physikalischen Materie aufprägen zu können. Synoptische Tafeln mit alphabetischen Symbolen zur kombinatorischen Abkürzung und Allianz von Begriffen, wie sie schon von Raimundus Lullus an die Grenze der konzentrischen Mechanisierbarkeit getrieben worden waren, werden von Karsakov als Verbindung von Begriffstabellen und mechanischem Apparat vorgestellt, um derart den „Vergleich von Ideen“ selbst automatisieren zu können. Er nennt solche logisch-technischen Artefakte *machines intellectuelles* und sagt ihr jene Zukunft voraus, die heute Alltag des Computers geworden ist.

Der medienarchäologische Blick widmet sich einem solchen Mechanismus nicht in dem Sinne, daß er immer schon in buchstäblich kontextualisierende Geschichte eingebettet ist, sondern legt vor allem den Mechanismen selbst frei. Medienarchäologie ist also nicht nur eine Methode, sondern fördert auch Dinge zutage. Das Seminar für Medienwissenschaft der Humboldt-Universität hat diese Maschine aufgrund der überlieferten technischen Zeichnung tatsächlich gebaut.⁸⁰

79 St. Petersburg (Imprimerie de sa Majesté Impériale)

80 Wladimir Velminski / W. E. (Hg.), Semen Karsakov. Ideenmaschine, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2006

„L'homme pense et ses actions sont machinales.“⁸¹ Mit der Diskretisierung des Sprachflusses durch das Vokalalphabet ist die Grundlage einer Mechanisierbarkeit von Gedanken(fluß) gelegt. Artikulierte Sprache und phonetische Schrift „ne sont que des opérations mécaniques de l'intelligence.“

Ernst Cassirers Symboltheorie, hart in Hinblick auf Hardware gelesen, meint genau dies: Der Mensch lebt in sprachlichen Formen, in Kunstwerken, Symbolen, so „daß er nichts erfahren oder erblicken kann, außer durch Zwischenschaltung dieser künstlichen Medien“⁸². Der Begriff „Zwischenschaltung“, mit seiner nachrichtentechnisch-kybernetischen Dimension, ist hier präziser, als es Cassirer vielleicht intendiert hat; für Sprache hat es Jacques Lacan kybernetisch auf den Punkt des Unbewußten gebracht. Das Dazwischen ist nicht schlicht aristotelische Physik, sondern ebenso eine in Logik gezwungene (also dramaturgisierte) Materialität.

Medientheorie untersucht einsichtgebende Verfahren, wo sie operativ werden, analog zum Begriff der *imaging sciences*. Einsicht heißt kulturtechnisch zumeist Ab-Sicht vom techinschen Medium, buchstäblich: um Buchstaben als Literatur lesen zu können, müssen die Augen a) an das Entziffern der symbolischen Zeichen herangeführt und b) von ihnen weggeführt werden, um jenseits davon Bedeutungen zu entdecken. Manfred Schneider nennt dies „das Ereignis der Kulturation schlechthin: blind zu werden, um wissen zu können, die Daten der Sinne zu übersehen [...]“⁸³

Karsakovs Text nennt das Geheimnis seiner eigenen Überlieferung an die Nachwelt: „C'est l'invention de l'alphabet qui nous a procuré le précieux moyen de donner de la stabilité à nos idées en les fixant sur la matière d'une manière durable et comparable.“⁸⁴ Im erweiterten Sinn fokussiert Karsakov jene Operationen, für die bereits die altgriechische multiple Verwendung des Alphabets (als Notation für Schrift, Zahl und Ton) steht: „Les résultats des calculs mathématiques se découvrent par des chiffres, des mesures, qui expriment des idées comparables.“ Symbolische Operationen bestehen nicht nur in der Schrift, sondern auch in der Zahl.

Karsakov insistiert auf einer Hardware-orientierten Definition von Schriftakten (für alphabetische Zeichen, Ziffern und auch synoptische Farbtafeln in der Statistik seiner Zeit): „fixer les idées sur la matière“.

81 Karsakov 1832: 1

82 Cassirer 1960: 39

83 Manfred Schneider, Platons Höhle als abendländische Bibliothek, in: Merkur 428, September 1984, 698-704 (698), eine Rezension zu: Jürgen Manthey, Wenn Blicke zeugen könnten. Eine psychohistorische Studie über das Sehen in Literatur und Philosophie, München (Hanser) 1983

84 Karsakov 1832: 2

Vollständig mechanisierbar aber werden komparative Operationen von Datenmengen erst dann, wenn man die Schreibfläche selbst mechanisiert. Schriftverstehen ist zunächst ganz im Sinne McLuhans dem Okularzentrismus verschrieben: „L'écriture, de même que tous les procédés graphiques, ne parle à notre intelligence que par les yeux; elle échappe à l'action des agens mécaniques.“⁸⁵ Doch einmal schreibmechanisiert, beginnen Buchstaben zu agieren, wenn die Lektüre (als Dekodierung) durch Mechanik selbst sie in Bewegung setzt: „Wenn wir jedoch im Gegenteil die gleichen Ideen durch Zeichen ausdrücken, die aus tatsächlich materiellen Körpern bestehen, versehen mit Länge, Breite und Tiefe, werden diese Zeichen nicht mehr nur mehreren unserer Sinne zugänglich sein, sondern viel konsequenter werden wir die Gelegenheit haben, die physikalischen Eigenschaften jedes Zeichens zu nutzen und sie dazu bringen, rein intellektuelle Fragen zu lösen.“

Hier liegt der ganze Unterschied zwischen rein symbolischen und im Realen der Physik implementierten Maschinen. Karsakov schlägt eine reale Elementarisierung von Problemen in diskrete maschinisierbare Schritte vor, „um isoliert“ - also diskret und quasi algorithmisch - „alle Details einer komplexen Idee auszudrücken“ und „durch mechanische Mittel diese materiellen Zeichen in Kontakt mit anderen analogen Zeichen zu bringen, die gleichermaßen die Details einer großen Zahl anderer komplexer Ideen darstellen“. Durch den schieren „Widerstand und das individuelle Gewicht dieser materiellen Zeichen erlange ich die gesuchten intellektuellen Resultate.“ Um aber diesen Effekt zu erzielen, bedarf es eines vorgefertigten Tableaus, „ein für allemal“ - eine Blaupause der Programmierung.

Karsakov benennt das zeitkritische Moment dieser Operation - das durch die von-Neumann-Architektur des Computers vertraute Problem der Sequentialität in der Datenabarbeitung; seine logische Maschine operiert allerdings nicht wirklich zeitkritisch, sondern nach den klassischen Gesetzen der Mechanik. „Unser Geist kann von alleine nur wenige Details im gleichen Moment erfassen; mit diesem Verfahren ist es möglich, mit einem Male tausende von Details zu umfassen.“⁸⁶ Die menschliche Wahrnehmung kann aus demgleichen Grund im selben Moment „nur zwei Objekte umfassen, und wenn wir unsere Aufmerksamkeit auf eine größere Zahl richten, müssen wir auf sukzessive Vergleichen zurückgreifen“; sein Verfahren dagegen erlaubt die gleichzeitige Verarbeitung großer Detailmengen - die Antwort eines Ingenieurs auf Gotthold Ephraim Lessings *Laokoon*-Problem von 1766.

Das menschliche Gedächtnis ist zwar umfassend, aber nicht fehlerfrei und kann daher gelegentlich wichtige Details übersehen. „Das komplett materielle Gedächtnis meiner Maschinen dagegen kann sich nicht

85 Karsakov 1832: 2 f.

86 Karsakov 1832: 3 f.

täuschen, dann es ist das unfehlbare Resultat physikalischer Eigenschaften der Materie“. Menschliche Datenverarbeitung ist immer auch von subjektiver Vorauswahl bestimmt, welche die Ergebnisse der Forschung beeinflussen. „Wenn aber unsere Wahl das Produkt einer mechanischen Operation ist, von determinierten Bedingungen und in ihren Effekteninvariabel, kann klarerweise keine Parteilichkeit diese Wahl modifizieren“ und wird daher identisch reproduzierbar sein – die Bedingung eines *technischen* Begriffs von Medialität, der als Strukturbegriff disparater Vermittlungspraktiken sonst unscharf bliebe.

Folgt eine nicht nur theoretische, sondern praktische Begründung der Vermutung, daß intelligente Vorgänge mechanisierbar sind - „artificial intelligence“ *avant la lettre*. Karsakov gibt die konkrete Anleitung zum Bau von *machines à comparer les idées*: erst sprachlich als Erklärung der Zeichnungen, die ein Modell dieser Maschinen darstellen, und dann als Blaupause.

Eine Kette von Vorschriften (Algorithmus) kann „auch jemand ausführen [...], der keinerlei Intelligenz besitzt – z. B. Eine Maschine.“⁸⁷ Der Schritt vom Automaten zum Medium wird „faktisch“⁸⁸, wenn dieser adaptiv auch Daten der Außenwelt verarbeiten kann, in den Grenzen der berechenbaren Zahlen. „Mit Zahlen ist nichts unmöglich. Modulation, Transformation, Synchronisation; Verzögerung, Speicherung, Umtastung; Scrambling. Scanning, Mapping - „ein totaler Medienverbund auf Digitalbasis wird den Begriff Medium selber kassieren.“⁸⁹ Theoretisch besteht die Möglichkeit, Computern eine nicht berechenbare unendliche Symbolfolge einzugeben, den Kanal des Mediums Turing-Maschine also mit nicht Berechenbarem zu bedienen.

Analytische Maschinen (Charles Babbage)

Charles Babbages Analytical Engine basiert auf Dateneingabe und - (zwischen)speicherung durch Lochkarten und teilt damit eine wesentliche Eigenschaft mit dem Entwurf einer begriffsvergleichenden Maschine von 1832 durch den russischen Statistiker Semen Karsakov⁹⁰: die binäre Logik des Einrastens oder Nicht-Einrastens mechanisierter Information. Doch die Prozessierung der Daten ist bei Babbage keine bloß kombinatorische, bleibt also nicht verfangen im mechanistischen Weltbild der Rechenmaschinen, sondern eine logische. Dazwischen liegen Welten.

87 Martin Warnke, Das Medium in Turings Maschine, in: ders. u. a. (Hg.), HyperKult, Frankfurt/M. xxx 1997, 69-82 (70)

88 Warnke 1997: 78

89 Friedrich Kittler, Grammophon - Film - Typewriter, Berlin (Brinkmann & Bose) 1986, 8

90 Semen Karsakov, Aperçu d'un procédé nouveau d'investigation au moyen de machines à comparer les idées, St. Petersburg 1832

Das technisch denkbare Dispositiv hatte der Jacquard-Webstuhl vorgegeben: Ketten werden hier durch Mustersteuerung gehoben; dies eskaliert zur erweiterten Version: Ganze Maschinenteile werden durch Steuerung geradezu modular gehoben, wie dann der Rechenmechanismus in Babbages Difference Engine. Doch welche Differenz verbirgt sich ihrerseits hinter den Begriffen Difference Engine versus Analytical Engine? Der ganze Unterschied zwischen *engine* und *machine*? Babbages Difference Engine beruht auf dem Verfahren der finiten Differenzen, das mathematische Funktionen schrittweise in Additionen (auf)löst. Zunächst gilt es dafür die Tafelspalten einzustellen (und per Hand auszurechnen); in weiteren Spalten folgt dann die Einstellung der Differenzen. Damit ist die Formel, die gerechnet werden soll, festgelegt; die durch Kurbel bewegten Zahnräder rechnen diese dann aus. In der tatsächlich gebauten Version werden die Differenzen der Spalten zueinander addiert. Die Difference Engine realisiert damit eine Rechenmethode, um auf mathematischen Tafeln Zahlenfolgen fehlerfrei (also unkorrupt durch menschenmögliche Rechen- und Druckfehler) anfertigen zu können. Auch heute noch findet sich in jedem IBM-Computerhandbuch die Warnung, Maschinen nicht in kritischen Bereichen einzusetzen, weil immer Speicherzellen defekt sein können und damit Bits verlorengehen, trotz aller Reparat-Bits. Das Betriebssystem merkt dies nicht unbedingt. „Was im Symbolischen versprochen ist, muß im Realen nicht unbedingt gehalten werden.“⁹¹ Der Widerstand des Realen: Wo etwa findet Klang im Unterschied zur theoretischen Musik statt, oder das tatsächlich empfundene Bild im Unterschied zu reinen Funktionen von x- und y-Koordinaten. Der Begründer der modernen symbolischen Logik, George Boole, hat es in *An investigation of the laws of thought* 1854 einleitend so beschrieben: „Our views of the science of Logic must materially influence, perhaps mainly determine, our opinions upon the nature of the intellectual faculties.“⁹² Und Konrad Zuse schreibt später höchstselbst: „Die Relaismaschine war gewissermaßen von vornherein materialisierte Logik.“⁹³

Die zeitgleich zu Karsakov in Sankt Petersburg von Babbage in London entwickelte *Difference Engine* blieb auch in ihrer Fortentwicklung zur frei programmierbaren Apparatur, zur *Analytical Engine*, von Babbage als Maschine bezeichnet. Hier hat die industrielle Epoche der Moderne noch nicht das Vokabular für die ihr nachfolgende Epoche der informationsverarbeitenden Rechner gefunden. Begriffe setzen auch Denkhorizonte, und die Maschine bleibt im semantischen Feld der Thermodynamik, der Materie und der Energie; so sollte eine Dampfmaschine den Rechner von Babbage antreiben. Babbage bezeichnet das Rechenwerk seiner *Analytical Engine* als „Mill“; tatsächlich angetrieben werden sollte sie durch Dampfkraft. So

91 Bernhard Siegert, elektronische Kommunikation vom 11. Februar 2003

92 New York (Dover) 1854, Kapitel I (Nature and Design of this Work), 1-23 (22)

93 Zitiert in Kaufmann 1974: 171

mechanistisch bleiben die Maschinen, bis daß der kybernetische Informationsbegriff sich prinzipiell, *en arché*, über die (nichtsdestrotz unvordenklichen) Beschränkungen von Materie und Energie hinwegschwingt.

Heute ist der Begriff *engine* in das Design von Computerspielen verschoben und meint dort operative Module komplexer Software, welche die *agency* der Games erst in Gang setzen. Software-*engines* sind inzwischen auch die medienarchäologische Ebene, auf der die Vorgeschichten des Computers *verhandelbar* werden – also nicht mehr nur diskursiv, sondern operativ (“mediale Historiographien“ im aktiven Sinn). Bernhard Dotzler hat auf einer inzwischen selbst schon zum medienarchäologischen Objekt, weil auf aktueller Hardware schon weitgehend un-lesbaren Bonus-Diskette, einer Beilage zu dem von ihm gemeinsam mit Friedrich Kittler herausgegebenen Band mit Schriften von Alan Turing⁹⁴, die Difference Engine No. 1 von Charles Babbage simuliert, deren Prototyp 1822 fertiggestellt wurde: das erste Modell in der Geschichte der Rechenmaschinen, das auf die Hintereinanderausführung ganzer Serien von Rechnungen angelegt war. Sie mechanisiert ein mathematisches Prinzip, die Differenzenmethode. Mit ihr lassen sich mathematische Folgen (etwa die Folge der Quadratzahlen) berechnen, insofern ihre Differenzen konstant bleiben, und das meint damals den Ersatz der aufwendigsten, weil handrechenintensivsten und typographisch anspruchvollsten (weil fehlerintoleranten) Druckwerke seiner Zeit, etwa die logarithmischen Tafeln und Tabellen.

Die Difference Engine von 1822, wie sie schließlich auf der Weltausstellung 1862 zu sehen war, kehrt in Dotzlers Simulation als abstrakte Maschine wieder: als Bild aus Zahlen, eher Diagramm denn Abbild, und doch eine verblüffend einfache Mimesis an das Original-Gestänge. Nach Aufruf des Programms werden zuerst die Anfangswerte eingegeben (in MS-DOS), die Werte der Tabellenzeile, ab der man die Tabelle berechnen will. In der Simulation erscheint eine vereinfachte, im Wesentlichen aber mit der Originalmaschine übereinstimmende Abbildung (also Zuordnung) der Maschine auf dem Bildschirm:

```

=====\~~~~~\
|d2 |d1 | E |
| 1 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | --- usw.
| 0 | 0 | 2 | --- Hunderter | 0 | 3 | 2 | --- Zehner | 2 | 1 | 5 | --- Einer
=====

```

94 Alan M. Turing, Intelligence Service. Ausgewählte Schriften, hg. v. B. J. Dotzler / F. A. Kittler, Berlin (Brinkmann & Bose) 1987

Diese Situation etwa zeigt den Zustand, in dem die Maschine soeben 15 im Quadrat = 225 errechnet hat. Die drei Achsen entsprechen – ihrer Beschriftung gemäß – den drei Spalten der Tabelle. Die dargestellten Zahlenwerte sind dabei (mathematisch gesehen ansonsten von rechts nach links) von unten nach oben zu lesen. Die Einerstelle befindet sich also auf dem jeweils untersten ‚Ziffernrad‘ (das auf dem Bildschirm nicht als Rad, sondern in Form einer Matrix abgebildet ist), die Zehnerziffer ein Rad darüber usw. „Nach jedem Druecken der Leertaste führt die Maschine nun die aufeinanderfolgenden Additionen aus“, heißt es im Disketten-Programm von Dotzlers Simulation – die es anschließend auch tut. Womit ein solches Programm, im Unterschied zu gedruckten Büchern, tatsächlich mediendramatische Potenz hat.

Der medienepistemisch entscheidende Schritt aber ist um 1830 der von der Differenzmaschine zum speicherprogrammierbaren Universalrechner. L. F. Menabrea trennt in seinem von Ada Lovelace übersetzten und annotierten *Sketch of the Analytical Engine* (1843) den mechanisierbaren Bereich mathematischer Wissenschaft von demjenigen, „der in den Bereich des Verstehens fällt“⁹⁵. Im französischen Original Menabreas heißt es noch, daß der Maschinismus als Räderwerk im Einzelnen zwar existiert, aber noch nicht zusammengesetzt ist⁹⁶; die englische Übersetzung modifiziert, es sei noch nicht gelungen, die Einzelteile des Apparats „mit Hilfe der Zeichnungen und mechanischen Notationen“ in ihrer Gesamtheit zusammenzufügen <Menabrea 1843: 690>. Kommentiert Adas Biographin: „Augenscheinlich hatte sich die Maschine in der Zeit zwischen der ersten und der zweiten Aussage entmaterialisiert“⁹⁷; der medienepistemologische Sprung ist die ganze praktische Differenz zwischen einer mathematisierten Maschine und einer Mechanisierung der Mathematik als Sprung zur Technologik. Zur Papiermaschine wurde der Apparat durch die Option, sie durch kodierte Information auf Lochkarten zu steuern, mithin zu programmieren. Lady Lovelace wies bereits 1836 ausdrücklich darauf hin, dass Babbages Maschine nicht nur Zahlen, sondern prinzipiell alle möglichen, auch akustische und optische Symbole zu verarbeiten vermag und damit an der Grenze zum universalen Computer steht: „The engine can arrange and combine its numerical quantities exactly as if they were letters or any other general symbols.“⁹⁸ 1836 formuliert Babbage sein Konzept einer Maschine, „die potentiell in der Lage sein dürfte, algebraische

95 L. F. Menabrea / A. A. Lovelace, *Sketch of the Analytical Engine Invented by Charles Babbage, Esq.*, in: Taylor´s Scientific Memoirs Bd. 3 (1843), 666-731; dt. in: Werner Künzel, *Charles Babbage. Differenz-Maschinen. Exkurse zur Kartographie der technischen Kultur im 19. Jahrhundert*, Berlin (Ed. Künzel) 1991, 115

96 L.-F. Menabrea, *Notations sur la Machine Analytique de M. Charles Babbage*, in: *Bibliothèque Universelle de Genève* Bd. 41 (1842), 376

97 Dorothy Stein, *Ada. Die Braut der Wissenschaft*, Berlin (Kulturverl. Kadmos) 1999, 112

Vorgänge auszuarbeiten [...] ohne jeglichen Bezug auf den eigentlich Wert der Variable“⁹⁹. Wenn steuernde Jacquard-Lochkarten im Rechenprozeß ihrerseits andere Lochkarten zu stanzen vermögen, sind Operationen und Daten selbst miteinander verrechenbar – der Schritt zur Speicherprogrammierung als Bedingung der wirklich universalen Maschine.

Zunächst aber ist schon die Difference Engine als Sprung von der Mechanik zur Kognition begriffen worden. Henry Colebrooke beschreibt den Kippunkt an Babbages Rechner pointiert: „In other cases, mechanical devices have substituted machines for simpler tools or for bodily labour [...]. But the intention to which I am adverting [...] substitutes mechanical performance for an intellectual process. [...] Mr BABBAGE´S invention puts an engine in place of the computer“¹⁰⁰ - eine pikante Inversion des Begriffs. Zentral für die Verschränkung von Manufaktur und „denkender“, also computierender Rechenmaschinen der Begriff *intelligence*: „The word refers both to signals received from without and to the capacity to register and interpret these signals. In early nineteenth-century Britian the word *intelligence* simultaneously embodied the growing system of social surveillance and the emerging mechanisation of natural philosophies of mind.“¹⁰¹

Und Babbage höchstselbst, 1838: „In substituting mechanism for the performance of operations hitherto executed by intellectual labour, [...] the analogy between these acts and the operations of the mind almost forced upon me the figurative employment of the same terms.“¹⁰² Auch Karsakov schreibt 1832 im Entwurf seiner Maschine von „opérations mécaniques de l´intelligence“, nur daß im Französischen der moderne Nebensinn dieses Begriffs – nämlich militärische Aufklärung – fortfällt.

Babbages Maschine gehört zum industriellen, noch nicht zum post-industriellen Zeitalter der Information, denn sie sollte mit Dampf betrieben werden. Dem widmet sich ein ganzer Roman: *The Difference Engine* von niemand anderen als William Gibson (dem Autor des Cyberkultromans *Neuromancer*) und Bruce Sterling, dem Regisseur des medienarchäologischen „dead media project“.¹⁰³

98 Siehe Doron Swade, *The Difference Engine. Charles Babbage and the Quest to Build the First Computer*, New York 2001, 170

99 Charles Babbage, *Notizbücher*, Science Museum Library, London, Bd. 2 (Mikrofiche D3, 3/5)

100 Henry Thomas Colebrooke, *On Presenting the Gold Medal of the Astronomical Society to Charles Babbage*, in: *Memoirs of the Astronomical Society* I (1825), 509f

101 Simon Schaffer, *Babbage´s Intelligence. Calculating Engines and the Factory System*, in: *Critical Inquiry* 21 (Autumn 1994), 203-227 (204)

102 Zitiert nach Schaffer 1994: 207

103 William Gibson / Bruce Sterling, *The Difference Engine*, London (Gollancz) 1990

Dagegen hat Norbert Wiener die Einsicht gesetzt, die das 20. Jahrhundert von der Epoche der Industrie trennt: Information ungleich Materie und Energie, und in informationsverarbeitenden Maschinen läuft zwar selbstredend noch Energieverbrauch ab, der aber bleibt unterhalb der Schwelle, wo er auf die Prozesse eingreift (von der entropischen Überhitzung unserer Hochleistungsprozessoren einmal abgesehen, abgesehen auch von den ständig zu klimatisierenden Räumen, in denen der hochstörungsanfällige Röhrenrechner ENIAC einst lief).

Technologischen Medien unter hochtechnischen Bedingungen meint Maschine *plus* Logik. Babbage erfindet dementsprechend nicht nur einen materialen Mechanismus, sondern analog dazu ein Zeichensystem, um seine Maschine auf Papier stattfinden, und damit ihre Operativität tatsächlich nachvollziehen zu lassen: seine „Mechanische Notation“¹⁰⁴. Hier *ist* diese Notation die Maschine, eine Papiermaschine im wahrsten Wortsinn, eine auf medienarchäologischer Ebene symbolische Maschine: „the symbolic level, on which the information is represented in terms of symbols that can be manipulated without taking into account their meaning.“¹⁰⁵

Soweit beschreibt es (wie schon beschrieben) auch Karsakov: „L'homme pense et ses actions sont machinales“; Sprache und Schrift „ne sont que des opérations mécaniques de l'intelligence“¹⁰⁶. Doch was Karsakovs Maschine vom künftigen „general-purpose computer“ unterscheidet, ist genau die Differenz, die zeitgleich Charles Babbages „Difference Engine“ von der „Analytical Engine“ unterscheidet: „The idea of a stored program, i. e. Of a computer's activity being controlled by a program stored in its internal memory, along with the numerical quantities entering into the computation. At first great advantage was taken of the consequent ability of a program to read and modify itself during the course of a computation.“¹⁰⁷

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

Der Mechanisierung von Mathematik als Abstraktion der Rechenmaschine dient ein Gedanke in Babbages Notizbüchern „of

104 Charles Babbage, Passagen aus einem Philosophenleben, Berlin (Kadmos) 1997, Kapitel "Über die Mechanische Notation", 100

105 Siehe P. Gärdenfors, Conceptual Spaces, Cambridge, Mass. (MIT Press) 1999

106 Karsakov 1832: 1

107 Randell 1975, Einleitung zu Kap. VIII

making an engine work out *algebraic* developments“; Algebra ersetzt abgezählte konkrete Mengen durch abstrakte Variablen. Zeitgleich heißt das damals erfolgreichste Modell einer Rechenmaschine (von Thomas in Frankreich) noch *Arithmomètre*, das heißt: sie rechnet mit nichts als Zahlen.

„I mean without *any* reference to the *value* of the letters. My notion is that as the cards (Jacquards) of the Calc. Engine direct a series of operations and then recommence with the first so it might perhaps be possible to cause the same cards to punch others equivalent to any given number of repetitions. But there hole [their holes?] might perhaps be small pieces of formulae previously made by the first cards“ (Babbage, zitiert ebd.).

Medienarchäologie vergißt nie, daß sich auch mathematische Operationen immer in Materialitäten abspielen, mithin also in Hardware oder reale Körper implementiert werden müssen, um wirkungsmächtig zu sein – gleich erklingende Musik im Unterschied zur Notation, oder das elektronische Bild im Unterschied zu reinen Funktionen von x- und y-Koordinaten.

Im Kontext des sonstigen Gebrauchs des Adverbs *material* bei Boole ist klar, daß diese logifizierten „intellectual faculties“ nur noch darauf warteten, maschinell implementiert zu werden – wie es kurz zuvor Semen Karsakov in St. Petersburg 1832 mit dem Design einer lochkartengesteuerten *Machine à calculer des idées* skizziert hatte. Damit tritt Medientheorie der Behauptung entgegen, Theorien hätten keine physische Realität. Auch das scheinbar Immaterielle der flüchtigen, zeitbasierten Musik war seit Erfindung des mechanischen Klaviers massenhaft und in jeder Form reproduzierbar (und damit genuin mediatisiert) geworden — gesteuert von einem Lochstreifen aus Papier, dem das Einspiel eines professionellen Pianisten eingestanz war, wiedergegeben über eine pneumatisch gesteuerte Mechanik.

Klaviaturen der Logik

Bei der Mechanisierung von Denken steht die syntaktische Funktion der Zeichen über der semantischen. Genau darin sieht G. W. F. Hegel eine Provokation, da er doch das Denken auf den Begriff und nicht auf die Maschine bringen möchte. Während Babbage bereits an seiner nicht mehr nur arithmetischen, sondern geradezu speicherprogrammierbaren *Analytical Engine* experimentiert, und Karsakov seine begriffsvergleichende Maschine skizziert, schreibt Hegel in seiner *Logik*: "Weil das Rechnen ein so sehr äußerliches und somit mechanisches Geschäft ist, haben sich Maschinen verfertigen lassen, welche die arithmetischen Operation aufs vollkommenste vollführen. Wenn man über die Natur des Rechnen nur diesen Umstand kennte, so läge darin

die Entscheidung, was es mit dem Einfalle für eine Bewandtnis hatte, das Rechnen zum Hauptbildungsmittel des Geistes zu machen und ihn auf die Folter, sich zur Maschine zu vervollkommen, zu legen."¹⁰⁸

Vermag manuelle wie mechanische Kalkulation alle Logik auf wahr / falsch-Entscheidungen zu reduzieren? Eine knappe Generation nach Hegels Tod veröffentlicht ein englischer Mathematiker und Physiker seinen Versuch, Logik originär mathematisch zu mechanisieren.¹⁰⁹ Mit seinen Wahrheitstabellen und der Kombination von Eingangswerten legt George Boole die Grundlage für Claude Shannons spätere elektrotechnische Schaltungslogik, die nur zwei Zustände kennt und damit eindeutige Wahrheitswerte zu verkörpern vermag, gerade weil sie aussagenlogisch, nicht semantisch operiert.

William Stanley Jevons verfaßt nicht nur 1875 eine Schrift über *Money and the Mechanism of Exchanges*, über Gold-Deckung von Papiergeld, sondern entwirft auch die Klaviatur für ein „logisches Piano“¹¹⁰. Der Begriff Klavier (von lat. „clavis“, Schlüssel) benennt sowohl das Tonsystem wie die Instrumente, auf denen Tonsysteme darstellbar sind, hier in der Tradition des antiken Begriffs *organon* (bei Aristoteles). Ursprünglichen waren auf den Tasten (*claves*) einmal Buchstaben aufgemalt.

Jevons' Aufsatz 1869/70 „On the mechanical performance of Logical Performance“ zeigt in der technischen Zeichnung als Mensch-Maschine-Interface für die logischen Operationen die Tastatureingabe, später verfeinert zum gelochten Kartonstreifen als Informationsträger. An der mechanischen Abtastung für Logik schreibt die entwickelte Kompetenz historischer Musikautomaten mit.¹¹¹

Die von 21 Tasten gesteuerte logische Maschine von Jevons ist eine syllogistische Maschine, „involving the logic of classes [...]. But it is simpler to view them as truth-table machines, calculating the values of truth functions.“¹¹² Doch von der Booleschen Logik zu ihrer Implementierung als Computer ist es noch ein großer Schritt. Dazwischen

108 G. W. F. Hegel, *Wissenschaft der Logik*, hg. Georg Lasson, Hamburg 1963, Bd. I, 212. Dazu Friedrich Kittler, *Die Nacht der Substanz*, Bern (Benteli) 1989, 29f

109 George Boole, *The Laws of Thought, on which are founded the mathematical theories of logic and probabilities* [1854], Nachdruck New York (Dover) 1958

110 W. Stanley Jevons, *On the Mechanical Performance of Logical Inference*, in: *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, Bd. 160 (1870), 497-518. Zu Jevons siehe Trogemann u. a. (Hg.), *Computing in Russia*, 51f

111 Siehe Abbildung "The Logical Machine", vor dem Titelblatt von: W. Stanley Jevons, *The Principles of Science. A treatise on Logic and Scientific Method*, 3rd ed. London (Macmillan) 1879; ferner Burks / Burks 1989: 336 Abb. 20 u. 338 Abb. 22

steht der Lerncomputer *Logikus* der Firma Kosmos, an den Rüdiger Ganslandt in Kapitel VIII von „Das Hardwaremuseum“ erinnerte.¹¹³ Sein Argument: Gerade *weil* er Mathematik in der Schule nicht verstand, hat ihn die Deligierbarkeit des Rechnens als Akt der Formalisierung, der exteriorisierten Logik (nicht des Verstehens) an Maschinen fasziniert. Eine Schalter-Stellung des *Logicus* ergibt in Verbindung mit gesteckten Drahtleitungen flugs eine UND-Verbindung. Glühlampen leuchten auf, als sei es ein Morse-Code. Ganslandt aber setzt den Computer am Ende ganz anders ein: um „ein Programm aufzubauen, das nach Eingabe der Endungssilben lateinische Verbformen bestimmen konnte“ <ebd.>. Wie auch der Nachbau von Karsakovs Maschine von 1832 als Bar-Mixer diverser Ingredienzen es nachwies, handelt es sich um eine bedingt universal einsetzbare Maschine.

Im Anschluß daran der medienarchäologische Rückverweis auf Zuses Z1 von 1941: Ein Computer, der digital, aber nicht elektronisch operierte; auf der Basis klappernder Relais wurde die Zuse Z1 von Hand gekurbelt. Auch das wäre eine medienarchäologische Situation: die Konfrontation einer künftigen Welt mit unserer Epoche als einer, die zu programmieren verstand. Wenn die spezifischen Hardware-Bedingungen vergangen sein werden, kann das Programmieren von den Archäologen der Zukunft nur noch modellhaft nach-gedacht werden, buchstäblich auf Papier. Dieser Blick läßt sich jetzt schon einnehmen, mit medienarchäologischer Distanz. Wird dieser Blick damit selbst zur symbolischen Maschine, die imstande wäre, das Programmieren selbst zu simulieren, ohne es zu verstehen?

Synchrone Diagrammatik: Die gleichursprüngliche Difference Engine

Klassischen Technologien aus der Vergangenheit eignet (in freier Anlehnung an Walter Benjamins *Thesen zum Begriff der Geschichte*) eine unverwechselbarer temporaler Index: eine mit bestimmten Verfahren und Hardware unauflöslich verbundene Historizität. Das Wesen der Turingmaschine aber ist vielmehr eine Logotechnik, die metahistorische Gültigkeit beansprucht. Allein von daher vermag ein Computer seine eigenen Vorgänger zu emulieren und in diesem Moment die historische Distanz aufzuheben, wie im Fall der "Replik" der Difference Engine no. 2 von Charles Babbage von Seiten des Science Museum in London der Fall ist.

112 Alice R. Burks / Arthur W. Burks, *The First Electronic Computer. The Atanasoff Story*, Ann Arbor (Univeristy of Michigan Press) 1989, 337

113 Rüdiger Ganslandt, *Der Spaghettiprozessor. Der Kosmos Logikus*, in: *Die Zeit* v. 10. November 1995

Babbages Entwürfe für Computer sind daher kein historisches Archiv, sondern Diagrammatik in Latenz, darauf harrend, operativiert zu werden. Retrocomputing heisst "dead media" (Bruce Sterling) nicht allein wissensarchäologisch wiederentdecken, sondern sie in einer Form von *reverse engineering* zu vollenden, konkret: (nach-)zu bauen und in ihrer gleichursprünglichen Operativität zu Protagonisten der Szene werden lassen.

Babbage entwarf seine Difference Engine No. 2 zwischen 1846 und 1848. Dieser Mechanismus zur Kalkulation und Tabellierung von Polynomen blieb zunächst eine Papiermaschine - "never built during his lifetime". Doch in welchem Verhältnis steht eine logische Konstruktion zur "Lebenszeit" von Babbages? Symbolisch kodierte Gedanken kennen weder Leben noch Tod. Im Gegenteil: erst mit der "physical realization of a full Babbage engine design" wird die Maschine zum Leben erweckt.¹¹⁴ Doch bleibt die medienarchäologische Gretchenfrage, in welchem Verhältnis die symbolische (Turing-)Maschine als algorithmischer *lógos* zu ihrer konkreten Verkörperung als *techné* steht. *Per definitonem* ist sie vielmehr eine mathematische (techno-diagrammatische) Operation denn eine klassische thermodynamische Maschine. Das Gedächtnis des Computers ist ahistorischer Natur - sowohl als Subjekt wie als Objekt eines solchen *memory*. "The ROM-chip itself clearly belongs to the universe of hardware. Yet insofar as the chip embodies symbolic record of a program it is apparently also software."¹¹⁵ Dieses Doppelwesen - als *Unding* im Sinne Vilém Flussers¹¹⁶ - ist "philosophically problematic"¹¹⁷ - insbesondere gegenüber klassischem materiellen Kulturgut in Museen einerseits, und archivischen Dokumenten andererseits. "The fact of the matter" - und dies buchstäblich - "is that in archaeological terms the operational continuity of contemporary hardware cannot be assured."¹¹⁸ Es ist Babbages "symbolical notation", welche die finale Realisierung des Entwurfs von Babbages Difference Engine no. 2 im Londoner Science Museum in "functional intactness"¹¹⁹ - respektive als Reaktualisierung (*re-enactment*) - erlaubte. Daraus resultieren die Optionen "for extending the operational life of obsolete systems through physical restoration as well as logical simulation" (ebd.). "Doron Swades Realisierung von Babbages unvollendeter Difference Engine no. 2 ist keine "Replik": sie ist

114 Doron D. Swade, The Construction of Charles Babbage's Difference Engine No. 2, in: IEEE Annals of the History of Computing, July-September 2005, 70-88

115 Doron Swade, Collecting Software: Preserving Information in an Object-Centred Culture, in: History and Computing Vol. 4 No 3 (1992), 206-210 (207)

116 Vilém Flusser, Dinge und Undinge. Phänomenologische Skizzen, München / Wien (Carl Hanser) 1993

117 Swade 1992: 206 (Abstract)

118 Swade 1992: 209

119 Swade 1992: 209

die Difference Engine selbst, und die Universelle Turingmaschine erlaubt deren funktionale Hard- wie Softwareemulation als "a form of logical immortality" (Swade ebd.).

Nur scheinbar ist die gesamte Retro-Computing-Szene von bloßem technikhistorischem Interesse (oder Sammlerbegehren) gespeist. Tatsächlich erleichtert die Archaik früher Computer den analytischen Zugang zum Prinzip der technischen Komputation (um den Preis der eskalierenden Komplexität) auf einer nicht nur kognitiven, sondern operativen, und in diesem Moment nicht-historistischen Ebene.

Konrad Zuses mechanischer Digitalcomputer Z1 von 1938 erlag der Zerstörung durch Bomben des Zweiten Weltkriegs. Seit 1986 rekonstruierte der späte Zuse diesen Mechanismus für das Deutsche Technikmuseum in Berlin "um quasi den Nachweis zu erbringen, dass die Z1 funktioniert haben könnte. Es wird kolportiert, dass Zuse die Rekonstruktion rein aus der Erinnerung durchführte", in gleichursprünglicher Techno-Logik. Doch in seinem Österreichischen Patent Nr. 176686 von 1949 "Dyadisches Rechengerät" werden die Details der Z1 verbal, algebraisch und diagrammatisch beschrieben. Zwar lassen sich die Funktion des Zahlenspeichers der Z1 und des Rechenwerkes anhand der Zeichnungen und Diagramme aus diesem Patent erklären¹²⁰, doch bleibt die Frage, in welchem Verhältnis diese logischen Muster zur tatsächlich realisierten Maschine stehen. Zentral figuriert hier das operative Diagramm, das ebenso vom deutenden Menschen wie als Funktionsmodell in Vollzug gesetzt werden kann. Es oszilliert zwischen den Idiosynkrasien der konkreten "Reimplementierung" (Krause) und der metahistorischen Logik, die quer zu allen Hardware-Realisierungen intakt bleibt. Eine dritte, techno-logische Lesart zwischen Gedächtnisprotokoll und Archiv ist die gleichursprüngliche Wieder(er)findung aus logischer Notwendigkeit.

Während Babbage - respektive sein schriftliches Selbst - sein Rechenmaschinenkonzept aus der arbeitsteiligen Produktionslogik ableitet, geht Turing von einer metamathematischen Problemstellung aus. Handelt es sich in der komputativen Konstellation namens Babbage / Turing / Zuse um eine gleichursprüngliche Wieder- respektive Mitentdeckung, Ideengeschichte oder Gleichursprünglichkeit, Wissensrevolution oder Zeittunnelung?

Das mit der Difference Engine verbundene, das Anliegen epistemischer Medienarchäologie verharmlosende literarische Genre des "Steam Punk"¹²¹ verführt zu Missverständnissen. Die Difference "Engine" war keine primär energetische, sondern logische Maschine. Es war der

120 Klemens Krause (Computermuseum an der Universität Stuttgart), Dyadische Rechenvorrichtung – Konrad Zuses Patent 176686, Vortrag auf dem Vintage Computing Festival Berlin (VCFB) 2021, im Pergamon-Palais der Humboldt-Universität von Berlin, 9. Oktober 2021 (Abstract, zitiert nach dem Programm https://wiki.vcfb.de/2021/vortraege_workshops, Abruf 8. Oktober 2021)

Maschinenbegriff selbst, den das mechanisierte *computing* revolutionierte. Babbages Rechenggerät gehört bereits zum post-industriellen Zeitalter der Information, obgleich es mit Dampf betrieben werden sollte. In seiner *Kybernetik* hat Norbert Wiener 1948 das Kriterium benannt, welches das 20. Jahrhundert von der Epoche der thermodynamischen Industrie trennt: Information ungleich Materie und Energie. Alle informationsverarbeitenden Maschinen operieren zwar selbstredend noch mit Energieverbrauch: von den zu klimatisierenden Räumen, in denen stromintensiver Röhrenrechner ENIAC operierte, bis hin zu den energieintensiven Server-Farmen der dominanten Internet-Provider. Dieser aber bleibt diesseits der Schwelle, wo er auf die logischen Prozesse eingreift - bis an die Grenze zur entropischen Überhitzung der Hochleistungsprozessoren, und des Quantencomputings.

"Engine" ist seit Babbage nicht länger gleich klassische Maschine, doch hat die industrielle Moderne noch nicht das Vokabular für die ihr nachfolgende Epoche der informationsverarbeitenden Rechner gefunden. Begriffe setzen auch Denkhorizonte. Zwar sollte eine Dampfmaschine die Analytical Engine von Babbage antreiben, doch die eigentlichen Rechenoperationen bleiben davon als symbolische Mechanismus abstrahiert. Längst hat sich der Begriff der *engine* in das Design von Computerspielen verschoben und meint dort operative Module komplexer Software, welche die *agency* der Spiele erst in Gang setzen.

Software-*engines* bilden längst die medienarchäographische Ebene, auf welcher Vorgeschichten des Computers verhandelbar werden - und im Unterschied zur Mediengeschichtsschreibung nicht mehr nur diskursiv, sondern vielmehr operativ. Dies meint "mediale Historiographie" im *medienaktiven* Sinn. Auf einer inzwischen selbst schon zum "dead medium" (Sterling), weil auf aktueller Hardware schon weitgehend unlesbaren Bonus-Diskettenbeilage zur deutschen Ausgabe von Turings ausgewählten Schriften¹²² findet sich als Programm die Difference Engine No. 1 von Charles Babbage simuliert, deren Prototyp 1822 fertiggestellt wurde. Erstmals in der Genealogie von Rechenmaschinen war dieses Rechenggerät auf die Hintereinanderausführung ganzer Serien von Rechnungen angelegt; sie mechanisiert damit das namengebende mathematische Prinzip der Differenzenmethode. Mit ihr lassen sich mathematische Folgen (etwa die Folge der Quadratzahlen) berechnen, insofern ihre Differenzen konstant bleiben. Babbage suchte - wie Zuse später - primär nach einem automatisierten Ersatz für die aufwendige Erstellung handrechenintensiver und typographisch fehlertoleranten

121 Bevorzugt der Roman *The Difference Engine* von William Gibson (vertraut als Autor von *Neuromancer*) und Bruce Sterling, Initiator des "Dead Media Project" (*online*)

122 Alan M. Turing, Intelligence Service. Ausgewählte Schriften, hg. v. B. J. Dotzler / F. A. Kittler, Berlin (Brinkmann & Bose) 1987

Druckwerke seiner Zeit, vornehmlich Pronys logarithmischen Tafeln und Tabellen.

Babbages Difference Engine von 1822, wie sie schließlich auf der Weltausstellung von 1862 zur Demonstration kam, kehrt in der genannten Simulation von Seiten des Science Museum in London als abstrakte Maschine wieder: als Bild aus Zahlen, eher Diagramm denn Abbild, und doch eine verblüffend einfache Mimesis an das Original-Gestänge. Nach Aufruf des Programms werden zuerst (in MS-DOS) die Anfangswerte eingegeben, also die Werte der Tabellenzeile, ab der man die Tabelle berechnen will. "Nach jedem Druecken der Leertaste fuehrt die Maschine nun die aufeinanderfolgenden Additionen aus", heißt es im Disketten-Programm der Emulation - die dies anschließend tatsächlich auch im aktuellen Computer und als *computing* vollzieht, nicht nur phänomenal simuliert. Einem solchen Programm eignet damit, im Unterschied zu gedruckten Büchern, eine tatsächlich mediendramatische Potentialität.

Unter hochtechnischen Bedingungen meinen Rechenmaschinen Elektronik *plus* Logik als Maschine. Die realtechnische Mechanisierung der Logik geht hier mit einer symbolischen Logifizierung der Maschine einher. So beschreibt es auch Babbages (aber auch Hegels) Zeitgenosse Semen Karsakov im damaligen St. Petersburg: "L'homme pense et ses actions sont machinales." Sprache und Schrift "ne sont que des opérations mécaniques de l'intelligence."¹²³

Mithin kann weder Rechnen noch Medienphilologie auf rein symbolische Operationen reduziert werden. Vielmehr zeigen (und *zeitigen*) sich in technischer Verkörperung Friktionen und Widersprüche als Artikulationen des Realen - ein anderer (wenn nicht *a-*, so doch *para-*)*lógos*. Der Rand von Berechenbarkeit liegt in ihrer unvordenklichen MateRealisierung. Medienarchäologie vergisst niemals, dass sich auch die scheinbar abstraktesten mathematische Operationen immer in neuronalen oder technisch gefügten Materialitäten abspielen, mithin also in Hardware oder anderen realen Körpern implementiert sein müssen, um wirkungsmächtig zu sein. An den Friktionen, die sich im Moment der Implementierung symbolischer Notationen in realer Materie ereignen, gibt sich zum Einen ein *alógos* zu erkennen. Bisweilen verflüchtigt sich im Realen, was im Symbolischen versprochen wurde, wie eine antike Inschrift allmählich im Stein verwittert. Der Techno*lógos*-Hypothese zufolge wird in der Programmierung einer Maschine nicht schlicht vorgängige Materie der symbolischen Ordnung gefügig gemacht. Vielmehr deutet diese Verfügbarkeit in emphatischer Lesart umgekehrt auf einen inhärenten *lógos*, ganz so, wie sich auch die Genealogie von Techno-Logik auf diverse formelhafte Ausdrücke abkürzen und verdichten

123 Semen Karsakof, *Aperçu d'un Procède nouveau d'investigation au moyen de machines à comparer les idées*, St. Petersburg 1832, 1

läßt.¹²⁴ Der Begründer der modernen symbolischen Logik, George Boole, hat es 1854 einleitend so beschrieben: "Our views of the science of Logic must materially influence, perhaps mainly determine, our opinions upon the nature of the intellectual faculties."¹²⁵ Konrad Zuse formuliert es später noch dezidierter: "Die Relaismaschine war gewissermaßen von vornherein materialisierte Logik"¹²⁶ - ein anthropischer Appell der Materie, technologisch zum Bewußtsein erweckt zu werden, und zum Wissen zu werden. Medienepistemisch entscheidend ist in diesem Zusammenhang, daß für Boole - wie später für die Nachrichtentheorie Claude Shannons - nicht die Semantik, sondern die syntaktische (und nunmehr künstlich-neuronale) Verknüpfung der Symbole buchstäblich *zählt* und damit kalkulierbar wird.

Im Kontext des sonstigen Gebrauchs des Adverbs *material* bei Boole wird deutlich, dass die von ihm benannten logifizierten „intellectual faculties“ gleichsam nur darauf warten, maschinell implementiert zu werden - wie es kurz zuvor Semen Karsakov in St. Petersburg 1832 mit dem Design einer lochkartengesteuerten *Machine à calculer des idées* skizziert hat. Mit dem Computer tritt technische Existenz der Behauptung entgegen, Theorien hätten keine physische Realität. Auch das scheinbar Immaterielle der flüchtigen, zeitbasierten Musik seit Erfindung des mechanischen Klaviers massenhaft und in jeder Form technisch reproduzierbar geworden, gesteuert von Lochstreifen aus Papier, dem in der dynamisch sensiblen Variante des Welte-Pianolas das Einspiel eines professionellen Pianisten eingestanzte war, wiedergegeben über eine pneumatisch gesteuerte Mechanik. Umgekehrt bot sich das Dispositiv für logische Maschinen das "logical Piano" an.¹²⁷

Im Begriff der physischen Realisierbarkeit liegt die Mechanisierung von Berechenbarkeit als Spur bereits angelegt - und zwar nicht supplementär und nachgeordnet, als bloße technische Pragmatisierung *alias* Computer, sondern gleichursprünglich. Mit Novalis formuliert: „Die Theorie der Theorie ist Eins mit der Theorie der Praxis. Sie wird nur umgekehrt“¹²⁸

Symbolisierung der Maschinen und Papiermaschinen: Babbages *mechanical notation*

124 So ablesbar in Dotzler / Roesler-Keilholz 2017, *passim*

125 George Boole, *An investigation of the laws of thought*, New York (Dover) 1854, Kapitel I (Nature and Design of this Work), 1-23 (22)

126 Konrad Zuse, hier zitiert nach xxx Kaufmann, xxx, xxx 1974, 171

127 W. Stanley Jevons, *On the mechanical Performance of Logical Inference*, in: *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, Bd. 160 / II, 1870, 497-518

128 Novalis, *Werke, Tagebücher und Briefe Friedrich von Hardenbergs*, hg. v. Hans-Joachim Mähl / Richard Samuel, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1999, Bd. II, Fichte-Studien, 55, Nr. 94

Im Unterschied zu klassischen Analogmedien, die primär Signale speichern und übertragen, kommt als eine Grundfunktion der "digitalen" Medien das Rechnen hinzu. Im Unterschied zu technographischen Schriften (etwa dem Phonographen) beruht die rechnende Operation auf diskreten Zeichensystemen respektive technischen Alphabeten. Als „Technotation“¹²⁹ sind solche Schriften buchstäblich techno-logisch.

Babbage erfindet mit seinen Engines nicht nur einen materialen Mechanismus für diskrete Mathematik, sondern analog dazu ein Zeichensystem, um seine Maschine auf Papier stattfinden, und damit ihre Operativität diagrammatisch nachvollziehen zu lassen: seine "Mechanische Notation"¹³⁰. Hierbei *ist* diese Notation bereits die Maschine wie später Turings maschinaler Begriff des Algorithmus, eine im wahrsten Wortsinn auf medienarchäographischer Ebene symbolische Papiermaschine. Information wird hier in Form von Symbolen repräsentiert, welche abstrahiert von ihrer konkreten Materialisierung manipuliert werden können.¹³¹

Babbages symbolische Notation¹³² und später Reuleaux' Kinematik¹³³ stehen für konkrete Versuche, nicht schlicht Maschinen zu beschreiben, sondern sie als Mechanismen tatsächlich zu schreiben, im diagrammatischen Vollzug. Reuleaux diskutiert 1875 die von ihm entwickelte Maschinennotation in ebenso ausdrücklichem wie kritischem Rekurs auf eine "wenig gekannten kleinen Schrift"¹³⁴, nämlich Charles Babbages "Notenschrift" für Maschinen von 1826.¹³⁵ Babbage selbst beschreibt diese Partitur als ein "system of signs for the explanation of

129 Bernhard Dotzler, Diskurs und Medium. Zur Archäologie der Computerkultur, München (Fink) 2006, 185 ff. (in Anlehnung an Charles Babbage)

130 Charles Babbage, Passagen aus einem Philosophenleben, Berlin (Kadmos) 1997, Kapitel "Über die Mechanische Notation", 100

131 Dazu auch P. Gärdenfors, Conceptual Spaces, Cambridge, Mass. (MIT Press) 1999

132 Charles Babbage, Über eine Methode, Maschinenabläufe durch Zeichen auszudrücken (1826), in: Babbages Rechen-Automate. Ausgewählte Schriften, hg. u. übers. v. Bernhard Dotzler, Wien / New York 1996, 205-221 [EO: On a method of Expressing by signs the action of machinery (1826)]

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

134 Franz Reuleaux, Theoretische Kinematik. Grundzüge einer Theorie des Maschinenwesens, Braunschweig (Vieweg) 1875, 246

135 Charles Babbage, On a method of Expressing by signs the action of machinery (1826)

machinery ... by which the drawing, the times of action, and the trains for the transmission of force" durch eine "language at once simple and concise" ausgedrückt wurde. Grammatik und Syntax eines mechanischen Gewerks - sein *lógos* - gehen hier der eigentlichen Mechanisierung voraus.¹³⁶ Doch ein Formalismus wird erst im materiellen Vollzug zur Handlung. Operative (Dia-)Grammatik nimmt Turings spätere Beschreibung der "discrete states" symbolbasierter Rechenmaschinen geradewegs vorweg: "Die Beschreibung einer Maschine mithilfe von Zeichnungen kann diese jeweils nur in einem einzigen Zustand ihrer Abläufe darstellen."¹³⁷ Zu Babbages Maschinschrift zählen ein "Timing Diagram" ebenso wie ein "Flow Diagram". Es handelt sich bei der *mechanical notation* nicht schlicht um eine Alphabetisierung der Maschinenbestandteile ("Drawing Things Together"¹³⁸), sondern auch ihrer zeitdiskreten Verkettung und Prozessualität.

Die von Sterling und Gibson entwickelte Steam Punk-Vision eines viktorianischen Computerzeitalters ist damit auf der symboltechnischen Ebene tatsächlich realisiert. Der heutige Leser (ob Medienhistoriker, Ingenieur oder Computersimulation) vollzieht die symbolischen Notationen aus Babbages Feder gleichursprünglich nach. So operiert der Digitalcomputer in ahistorischen Zuständen. Für die von Babbage entworfenen Protocomputer aus dem 19. Jahrhundert stellt sich damit die Frage ihrer angemessenen Temporalisierung: Sind sie medienarchäologisch oder historisch zu behandeln? Ein tatsächlich realisierter Kern der Difference Engine No. 1 (basierend auf dem technomathematischen Prinzip der *finiten* Differenzen) wurde 1862 auf der Weltausstellung in London zur Vorführung gebracht. Der detaillierte Entwurf von No. 2 aber existierte seit 1849 solange als bloße Papiermaschine, bis dass aus Anlass von Babbages 200. Geburtstag 1991 zumindest die arithmetische Einheit im Londoner Science Museum nachträglich realisiert wurde - "a modern original of an old design"¹³⁹. Diese zeitversetzte maschinelle Realisierung von Babbages *Difference Engine No. 2* ist also kein historisches Zitat, sondern deren eigentliche Vollendung: Retrocomputing im Sinne medien(archäo)logischer Eigenzeit.

136 Entwurf eines Briefes von Babbage an Lord Derby vom 1. Juni 1852, British Library Add. 37195, Babbage Correspondence, f. 80, zitiert hier nach: Jon Agar, *The Government Machine. A Revolutionary History of the Computer*, Cambridge, Mass. / London (M.I.T. Press) 2003, 41

137 Babbage 1826: 205; hier zitiert und übersetzt nach: Bernhard Dotzler, *Diskurs und Medium. Zur Archäologie der Computerkultur*, München (Fink) 2006, 183

138 Siehe Bruno Latour, *Drawing Things Together*, in: Andéa Belliger / David J. Krieger (Hg.), *ANThology. Ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie*, Bielefeld (transcript) 2006, 294 f.

139 Doron Swade, *Virtual Objects. Threat or Salvation?*, in: S. Lindquist / M. Hedin / U. Larsson (Hg.), *Museums of Modern Science*, Canton, Mass. (Science History Publications) 2000, 139-147 (142)

Das Londoner Science Museum hat zeitzeichenverkehrt realisiert, was Gibsons und Sterlings literarisches Experiment als bewussten Anachronismus durchspielen: die Annahme, der Digitalcomputer hätte sich in Form von Babbages "Engines" bereits im viktorianischen England als das modellbildende Kommunikationsmedium durchgesetzt.¹⁴⁰ Tatsächlich herrschen tempor(e)ale Asymmetrien zwischen gesellschaftlichen Diskursen und rechentechnischer Aktualität.

Angesichts der Tempor(e)alitäten logischer Maschinen geraten die Museumskuratoren und Restauratoren vertrauten technikhistorischen Begriffe durcheinander. Digitalrechner als *per definitionem* symbolische Maschinen unterscheiden sich von technischen Zeichnungen traditioneller Art durch einen neuen, mithin algebraischen Typus der Papiermaschine. Deren Zeitweise ist der klassischen Medienhistorie enthoben, denn sie kann auf einer wesentlichen Ebene verlustfrei (und als Software) repliziert werden: "Logical simulation as a virtual object in some respects survives the forensic test of historical utility."¹⁴¹

BERECHENBARKEIT, COMPUTER

(K)Eine "abstrakte Maschine"

Zwischen physikalischer Welt und menschlicher Kultur liegt als deren symbolische Ordnung die "abstrakte Maschine" - wenngleich weniger universal wie im Sinne von Félix Guattari¹⁴², denn als operatives Diagramm respektive Schaltplan.

Alan Turing hat den Begriff der Maschine von ihrer Engführung auf Energiewandlung befreit und - ganz im Sinne von Wieners kybernetischer Definition von "Information" jenseits von Materie und Energie¹⁴³ - als Symboloperation auf den Algorithmus hin erweitert. Die Maschine wird damit von der Technik zur Technologie, die indessen in ihren technischen und logischen Grenzen unverhandelbar bleibt (das "Entscheidungsproblem"). Darüber hinausgehende diskursive Entgrenzungen (als kulturwissenschaftliche Entgrenzungen hin zum Diskurs) sprengen die Plausibilität des Maschinenbegriffs: "Die Dispositive sind Maschinen, [...] aber [...] nicht von der *techne* abhängig.

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

141 Swade 2000: 146

142 Félix Guattari, *Chaosmose*, Paris (Galilée) 1992

143 Zum verpassten Informationsbegriff in der Wirtschaftstheorie der ehemaligen DDR siehe W. E., "Licht im Palast. Eine postmortale Erinnerung an den Code der DDR", *Tumult* Nr. 1 (Frühjahr 2013), 54-56.

Die technologische Maschine ist nur ein Fall von Maschinismus. Es gibt technische, ästhetische, ökonomische Maschinen, und andere mehr."¹⁴⁴

Die Turing-Maschine

Der Computer lädt ein, mit seiner lateinischen Wortbedeutung zu spielen: *Denkt* der Computer, wenn er rechnet, d. h. Eine zielgerichtete Sequenz von Symbolen abarbeitet? „Aber wenn die Maschine nicht denkt, dann ist es klar, dass wir selbst auch nicht denken in dem Moment, in dem wir eine Operation ausführen. Wir folgen exakt denselben Mechanismen wie die Maschine“, schreibt Jacques Lacan, der hier seinerseits exakt Turings Begriff der mathematisch-logischen Maschine folgt.¹⁴⁵ Ein Mensch, ausgestattet mit Papier, Bleistift und Radiergumme sowie striker Disziplin unterworfen, ist in der Tat eine Universalmaschine. Eine derartige Kombination eines Menschen mit geschriebenen Instruktionen wird ‚Papiermaschine‘ genannt.“¹⁴⁶ Ernst Cassirer zufolge zeichnet sich menschliche Intuition durch Symbolgebrauch aus. Kopfrechnend werden wir selbst zur Funktion einer formalen Prozedur: eine symbolische Maschine, unerzählbar. Programmierung ist in der Turing-Maschine reduziert auf simple Regeln. War Turings links-rechts-Schreibschwäche eine physiologische Bedingung dafür, daß er die möglichen Bewegungen des Lese-/Schreibkopfs gleichrangig nach links und rechts konzipierte, und nicht wie in der vertrauten Schreibmaschine ein lineares Farbband von links nach rechts passieren ließ? Das Speicherband der Turing-Maschine markiert die Differenz zwischen aktual-unendlich und potentiell-unendlich. Turing denkt als Mathematiker, nicht als Ingenieur; von daher schreibt er leichtfertig vom „unendlichen“ Band. Nur

144 Maurizio Lazzarato, *Die Maschine* (Oktober 2006), übersetzt von Birgit Mennel und Stefan Nowotny. Aus: Gerald Raunig, *Tausend Maschinen. Eine kleine Philosophie der Maschine als sozialer Bewegung*. Mit einem Nachwort von Maurizio Lazzarato, Wien (Turia + Kant) 2008, unter Bezug auf Félix Guattari, *Chaosmose*, Paris (Galilée) 1992.

Webseite "transversal texts",

<https://transversal.at/transversal/1106/lazzarato/de>, Abruf 17. März 2021

145 Jacques Lacan, *Psychoanalyse und Kybernetik oder Von der Natur der Sprache*, in: *Seminar, Buch 2: Das Ich in der Theorie Freuds und in der Technik der Psychoanalyse*, Weinheim / Berlin 1991, 373-390; Wiederabdruck in: Pias et al. (Hg.), *Kursbuch Medienkultur*, 4. Aufl. 2002, 405-420 (415)

146 Alan Turing, *Intelligent Machinery. A Heretical Theory*, in: Sarah Turing, Alan M. Turing, Cambridge (Heffer & Sons) 1959, *online* ("Printed with the permission of the BBC and the Estate of Alan Turing")

<https://uberty.org/wp-content/uploads/2015/02/intelligent-machinery-a-heretical-theory.pdf> (Zugriff 21. Januar 2019). Siehe ders., *Computing Machinery and Intelligence*, in: *Mind* 59 (1950); deutsche Übersetzung in: Bernhard Dotzler / Friedrich Kittler (Hg.), *A. M. Turing. Intelligence Service*. Schriften, Berlin 1987

eingeschränkt läßt sich die Turing-Maschine daher als Tonband veranschaulichen wie im *Schüler-Duden Informatik*.

Turings Text steht in einem diskursiven Feld, das auf alles Andere als den operativen Computer zielte. Er hat eine Antwortstruktur, also eine bestimmte Funktionalität gegenüber dem von David Hilbert gestellten *Entscheidungsproblem*. Berechenbar ist, was sich auf einen Algorithmus zurückführen läßt. Dies, nicht mehr und nicht weniger, ist mechanisierbar. Das Halte- und Entscheidungsproblem verunmöglicht den Wunsch nach einer Maschine, die umgekehrt fertige Programme zu beliebigen Sachverhalten auswirft.

Shannon weist später nach, daß jede Turing-Maschine durch ein Alphabet ersetzt werden kann, das nur mit zwei Zuständen arbeitet. Shannon denkt ingenieurmäßiger, hardwarebezogen, von der tatsächlich elektromechanisch realisierbaren Schaltlogik aus, daher binär. Turing ist nicht primär an Binarität interessiert. Vor allen Alphabeten aber liegt die Unterscheidung über Eintrag / Nicht-Eintrag.

Nicht einmal Bleistift und Papier: Die Turing-Maschine kann auch im Kopf gebaut und betrieben werden, bedarf aber auch dort einer imaginären Papier-Maschinerie als Speichermedium für Zwischendaten. Sie ist daher niemals wirklich abstrakt, aber tatsächlich in der Zeit: Es gibt einen Takt, der bestimmt, daß die Maschine in einem bestimmten Zustand ist. Ein Quarz im tatsächlichen Computer gibt den Takt für An / Aus-Operationen vor, meint aber nicht „Zeit“ im ephantischen Sinne. Die Turing-Maschine bleibt (im Unterschied zur tatsächliche von-Neumann-Architektur des Computers) zeitunkritisch; das Diagramm von Manovich zeigt unter dem Titel „clock“ nur den Zustand an.

Die Differenz der Turing-Maschine zu früheren Maschinen liegt darin, daß sie zu einer echten Rekursion fähig ist, vergleichbar dem Unterschied zwischen Babbages Difference Engine und seiner geplanten Analytical Engine. Tabellen auf Papier zeitigen keine Rekursion. Rückkoppelbare Operationen sind als reale zeitkritisch; auf Papier aber spielt Zeit keine entscheidende Rolle - die ganze Differenz einer tatsächlich gebauten Maschine gegenüber ihrer Blaupause. Erst als tatsächlich gebaute ist die Turing-Maschine ein *Think-Thing*: „mal sehen, was die Hardware [...] sagt.“¹⁴⁷

Medienarchäologie als Techno-Mathematik

Computing hört auf, reine Modellierung von Welt zu sein, wenn der Quantencomputer sie mit ihrer *physis* selbst rechnet, als technisches Er/kennen der Natur – medientheoretische Einsicht in Vollendung.¹⁴⁸

Mathematik macht dem Menschen Phänomene meßbar „und scheint eine besondere Begabung des menschlichen Geistes zu sein, um das, was ihm durch den Mangel seiner Sinne und die Kürze seines Lebens verloren geht, zu ersetzen“, notiert Joseph Fourier.¹⁴⁹ Gekoppelt an technische Apparaturen wird diese Mathematik selbst operativ und aus *theoría* Medientheorie nach eigenem Recht. Dahinter lauert eine Vermutung, die seitdem unentschieden zwischen Einsicht und Metaphysik pendelt: Ist *physis* mathematisch verfaßt, oder ist Mathematik nur das bestmögliche Modell ihrer Beschreibung bzw. Berechnung? Sobald Fourier einen eigentümlichen „Zusammenhang zwischen den Naturerscheinungen und der so abstracten Zahlentheorie“ auffällt, da „Temperaturen der einzelnen Punkte im stationären Zustand genau so ein System wie eine Logarithmentafel“ bilden, steht die mathematische Analyse „notwendig in greifbaren Beziehungen zu den Naturerscheinungen. Ihr Inhalt ist keineswegs durch die Intelligenz des Menschen geschaffen, sie bildet ein prä-existierendes Element des Universums“ (ebd.), „rechnender Raum“ (Konrad Zuse). Es waren logarithmische Zahlenfolgen im Geschichtsunterricht, die Heinz von Förster – seiner Erinnerung nach – zur Entwicklung seiner Quantentheorie des Gedächtnisses führte; logarithmisch ist auch die Eskalation technologischer Medien zur Jetztzeit.

Mit der Mechanisierung von Mathematik erhält die Möglichkeit menschlichen Wissens eine technische Konkurrenz. Während nämlich der elektronische Computer ultraschnell *big data* algorithmisch berechnet, weiß er etwas, was die Auffassungsgabe von Menschen am Rande ihrer Kapazität nicht mehr nachzuvollziehen vermag – etwa die Schnelle Fourier-Transformation. Waren Rechenprozesse in Computern auf der Basis träger elektro-mechanischer Teile (Relais) noch akustisch und auf der Basis der Elektronenröhre zumindest noch im (wenn audifiziert) hörbaren Taktbereich (bis ca. 20000 Hertz), läuft der Rechner spätestens mit dem Transistor und endgültig auf Mikrochipbasis den menschlichen Sinnen davon. Während ein hochleistungsfähiger Computer Eintausend Millionen Schritte pro Sekunde zu vollziehen vermag, würde es für einen menschlichen Rechner 32 Mannjahre bedürfen, diese Datenkette lesend nachzuvollziehen.¹⁵⁰

148 Siehe Martin Aigner / Ehrhard Behrends (Hg.), *Alles Mathematik. Von Pythagoras zum CD-Player*, 2. erw. Aufl. Braunschweig / Viewbaden (Vieweg) 2002; darin: Heinz-Otto Peitgen u. a., *Bildverarbeitung und Visualisierung für die Operationsplanung am Beispiel der Leberchirurgie*, 31-44

149 Joseph de Fourier, *Analytische Theorie der Wärme*, übers. v. B. Weinstein, Berlin (Julius Springer) 1884, 9f

150 Die Konsequenzen für VR-Graphiken diskutiert Oliver Grau, *Virtual Art. From illusion to immersion*, Cambridge, Mass. / London (M. I. T. Press) 2003,

So vollzieht sich Wissen in der *black box*. Die digitale Zeichnung (etwa *Computer Aided Architecture*) ist „wissend“ als Funktion ihrer technomathematischen Hervorbringung, i. U. Zum analogen Graphen, dessen Wissen in der Mechanik seines Gewerks liegt – wie Vannevar Bushs *Differential Analyzer*. Und auch die Turing-Maschine „muß 'wissen', wann sie eine einmalige Kopie des zweiten Faktors vollständig durchgeführt hat“¹⁵¹ - ein Wissen, das programmiert wurde.

Die Differenz zwischen einer abstrakten Turing-Maschine und der technisch realisierten von-Neumann-Architektur des Computers ist eine technische, ganz wie die implementierte Logik Booles erst als Schaltalgebra Shannons wirklich rechenwirksam wurde. Technomathematische Apparaturen sind zeitkritische Formen der Materialisierung von Theorie. Für die Turing-Maschine gilt, daß sie allein in reale physikalische Welt umgesetzt operativ werden kann – sei es ansatzweise neuronal, sei es mit Bleistift und Radiergummi auf Papier, oder eben mit Rücksicht auf ihre aktiven und passiven Bauteileim elektronischen Computer. Im theoretischen Vorgriff darauf entwickelte Charles Babbage eine symbolische Notation, die das Funktionieren seines Rechners diesseits seiner mechanischen Grenzen zu testen erlaubte. Welt heißt Zeit, und die strikt sequentielle Taktung der Datenverarbeitung im speicherprogrammierbaren Computer zollt dem technischen Stand jener Jahre Tribut – den Eigenarten der Elektronenröhre. Das Eine ist es, die Elektronenröhre als Kipperschaltung symbolisch zu notieren; das Andere ist ihre Simulation als technisches Ding.

Die binäre Rechenmaschine erlangte erst nach der Entwicklung ihrer Theorie medienkulturellen Einfluß. „Weshalb diese Umkehrung der historischen Reihenfolge?“¹⁵² In der Tat: erst kam Turings theoretischer Entwurf von 1936 „On Computable Numbers“ als mathematisches Traktat, dann der real gebaute Computer Colossus. „Was bot die Maschine, das die Theorie nicht bieten konnte?“ (ebd.). Die Antwort: eine Emanzipation der Werkzeuge. Der Computer als theoretischer ist eine symbolverarbeitende Maschine. In realer Physik verwirklicht, ist er hochverdichtete Elektronik.

Die griechische Antike nannte die technische Synthese von Physik und Logik ausdrücklich *mechaniké téchne*¹⁵³ - ein Begriff der Maschine, wie

170

151 Oswald Wiener / Manuel Bonik / Robert Hödicke, Eine elementare Einführung in die Theorie der Turing-Maschine, Wien / New York (Springer) 1998, 28

152 Douwe Draaisma, Die Metaphernmaschine. Eine Geschichte des Gedächtnisses, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1999, 165

153 Siehe Renate Wahsner, "An seinen Werkzeugen besitzt der Mensch die Macht über die äußere Natur ...". Hegels Rezeption des *téchne*-Begriffs in seiner

ihn G. W. F. Hegel in seinen *Jenaer Systementwürfen* ausdrücklich als die „abstrakte äußere Tätigkeit“ in Raum und Zeit definiert hat¹⁵⁴. Nahe an Karl Marx' sogenanntes *Maschinenfragment* definiert auch Hegel: „Die Abstraktion des Producirens macht das Arbeiten ferner immer mehr *mechanisch* und damit am Ende fähig, daß der Mensch davon wegtreten und an seine Stelle die *Maschine* eintreten lassen kann.“¹⁵⁵ Doch die eigentlich Eskalation ist nicht die Programmierung der Maschine, sondern die Mechanisierung der Mathematik selbst: *computation* (Gödel, Turing). „Some of the best ideas about the theory of machines are really inherently mathematical – or are about mathematics itself.“¹⁵⁶

Theorie und Maschine

Der Computer ist keine schlichte prothetische Erweiterung menschlicher Sinnes- und Körperorgane mehr, sondern eine Geburt des metamathematischen Geistes. Diese neue medienepistemische Dimension von Kultur zu denken bedurfte des Trainings. Charakteristisch für die Übergangszeit dieses Denkens sind hybride Mensch-Maschine-Entwürfe wie jener mechanische Schachspieler, den Wolfgang von Kempelen 1769 präsentiert. „Nur scheinbar hatte ein Automat von der Ratio Besitz ergriffen, denn im Inneren der Apparatur verbarg sich ein Mensch.“¹⁵⁷ Das Agieren des Menschen in der Maschine wurde sowohl narrativ wie mathematisch reflektiert, „von der Romantik bis zu Walter Benjamin, von Alan Turing bis zum Wettkampf von Garri Kasparov gegen den Schachcomputer *Deep Blue*“ (ebd.). Am Anfang der Erzählung steht der Mensch, verborgen in der Black Box der Maschine, aber deren Fäden als Informationsverarbeitung der eingehenden mechanischen Signale ziehend (von Kempelen). Am mathematischen Ende aber steht die andere, die Innenseite dieses Möbius-Bandes: die Maschine, die sich im Menschen birgt, sobald er (im Kopf, auf Papier oder anders) rechnet (Turing).

Wo die Mathematisierung der Maschine (frühe Rechenmaschinen) mit der Mechanisierung der Mathematik konvergiert (George Booles *Forms of Thought* etwa), wird die Maschine theoretisch und die Theorie maschinal:

Logik, Preprint 131 des Max-Planck-Instituts für Wissenschaftsgeschichte, Berlin, 17

154 Zitiert nach Wahsner: 12

155 Georg Wilhelm Friedrich Hegel, Grundlinien der Philosophie des Rechts, in: Sämtliche Werke, hg. v. Hermann Glockner, Bd. 7, Stuttgart - Bad Cannstatt 1964, § 198, 277f

156 Marvin L. Minsky, *Computation. Finite and Infinite Machines*, Englewood Cliffs, N. J. (Prentice-Hall) 19xx, 3

157 Aus dem Ankündigungstext zu: "Speaking without lips, thinking without brain ...". Schachautomat und Sprechmaschine des Wolfgang von Kempelen (1734-1804). Eine Ausstellung des Hermann von Helmholtz-Zentrums für Kulturtechnik im Foyer der Humboldt-Universität zu Berlin, Juli 2005

Algorithmisierung. In welchem Maße ist diese Medientheorie materialkritisch? Ist eine Maschine schon als Diagramm, als technische Zeichnung, als Formel in der Welt – oder liegt ihre Welthaftigkeit in der physikalischen Implementierung?

Schon die Fourier-Analyse der physikalischen Welt als (mathematisches wie quasi-akustisches) Summen von Einzelschwingungen ist zunächst eine theoretische Operation, bevor sie epistemologisch und medientechnisch praktisch wird. Fourier bekennt: „Ich hatte noch die Resultate der Theorie mit denen der Erfahrung zu vergleichen. Zu dem Behufe sind exacte und vielfach veränderte Versuche unternommen worden; die Ergebnisse entsprechen den rechnerisch abgeleiteten Resultation; sie geben also der Theorie auch auf diesem neuen Gebiete eine Autorität, die man ihr früher zu verweigern geneigt war.“¹⁵⁸

Analog verhält es sich mit dem Medientechnikwerden des Elektromagnetismus: Eher zufällig als Effekt entdeckt (Oersted), wird er dann begrifflich gesetzt (Faradays „Feld“), mathematisch-theoretisch berechnet (Maxwell) und am Ende wiederum experimentell nachgewiesen (Hertz). Der Computer aber ist „das einzige technische Medium, das es ohne seine Theorie gar nicht gäbe.“¹⁵⁹ Hier unterscheiden sich Zuse und Turing: Während Zuse „als Ingenieur von der Konstruktion einer praktisch einsetzbaren Rechenmaschine ausging und die mathematische Logik als Werkzeug hierzu verwenden sollte, schlug Turing als Mathematiker den umgekehrten Weg ein. Bei seinen rein theoretischen Untersuchungen der mathematischen Logik kam er auf das Problem der ‚Berechenbarkeit‘.“¹⁶⁰ Damit zur stärksten Begründung des Computers als Modellbildung von Medientheorie in der aktuellen Epoche: „There is a curious contrast between this idea of a machine and the idea of a ‚theory‘ [...] e. g., Newton’s mechanics. This theory [...] is supposed to be a generalization about some aspect of the behavior of objects in the physical world. [...] For machines, the situation is inverted! The abstract idea of a machine, e. g., an adding machine, is a *specification* for how a physical object *ought* to work. [...] In contrast to the situation in physics, we criticize the *material* part of the system when the correspondence breaks down.“¹⁶¹

Das Verhältnis von Theorie und Maschine aber ist, wenn es um logisches Denken und Formalisierung von Gedanken geht, ein reziprokes. Charles Babbage bringt dies auf den Punkt: „Indem man nämlich die Wahrheiten und Formeln der Analysis im Hinblick darauf ordnet und kombiniert, wie sie der mechanischen Kombinatorik der Maschine am leichtesten und

158 Jean Baptiste Fourier, Analytische Theorie der Wärme [frz. Orig. 1822], Berlin 1884, 7

159 Norbert Bolz / Friedrich Kittler / Georg Christoph Tholen (Hg.), Computer als Medium, München (Fink) 1974, Vorwort

160 Konrad Zuse, Der Computer. Mein Lebenswerk, Berlin 1984, 97

161 Minsky 19xx: 6 f.

schnellsten anzupassen sind, erscheinen die Verhältnisse und Wesenszüge vieler Gegenstände der jeweiligen Wissenschaft mit Notwendigkeit in einem neuen Licht [...]. Es ist aus allgemeinen Grundsätzen jedoch leicht einsehbar, daß durch den Entwurf neuer Aufschreibe- und Anwendungssysteme für mathematische Wahrheiten wohl auch neue Perspektiven eingeführt werden, die wiederum auf die mehr theoretische Seite des Gegenstandes zurückwirken.“¹⁶²

Theorie und Experiment konvergieren in algebraischen Operationen. Robert Hooke, Sekretär der Royal Society in London, beschreibt im Postskriptum der 1676 publizierten *Description of Helioskopes* seine Erfindung einer federregulierten Uhr zur Bestimmung der Längengrade auf See, als einen Akt technifizierter *mathesis*: „About seventeen years since, being very inquisitive about regulating the measure of Time, in order to find the Longitude, I did from an Art of Invention, or mechanical Algebra [...] find out and perfect this contrivance, both as the Theory and Experimental verification thereof.“¹⁶³ Theorie und Maschine sind also gleichursprünglich in der mechanischen Algebra.

„Konnte Alan Turing seine Maschine noch als finiten diskreten Apparat auf und aus Papier entwerfen, in der Zeit bei der Kodierung ebensowenig eine dezidierte Rolle spielt wie in der alphabetischen Schrift, erinnert jeder Computer an die Materialität mathematischer Implementierungen in dem Moment, wo seine Rechenprozesse zeitkritisch sind und damit Zeit selbst zum Widerstand wird. Am Beispiel der neuronalen Netze ist es nicht minder markant: „We run again into timing problems if pulses enter the net too rapidly.“¹⁶⁴

Das genuine Reich der Theorie beschreibt Bernard le Bovier de Fontenelle in seiner *Vorrede über den Nutzen der Mathematik und der Naturwissenschaften* „Erstaunlich ist, wie viele Dinge uns vor Augen liegen, ohne daß wir sie sehen.“¹⁶⁵ Hier stoßen wir auf den aristotelischen Begriff der Mathematik, die nämlich erst durch die Weise ihrer *Betrachtung (hé ... theorei)* zustandekommt, nicht durch die Seinsart ihrer Gegenstände, die gar nicht selbständig vorhanden sind.¹⁶⁶ Ein Kieselstein hat nicht die Eigenschaft der Zahl „1“, sondern gewinnt diese Qualität erst im Akt der buchstäblichen Kalkülisierung. *Calculi* im ganzzahligen Bereich bleiben in der Materie anschaulich. Diophant von

162 Charles Babbage, *Scientific Memoirs, selected from the transactions of foreign academies of science and learned societies* Bd. III, London 1843, reprint New York 1966, 666-731 (722f); Überstetzung: Sylvie Schimm / Peter Bexte

163 Zitiert nach Siegert 2003: 131

164 Minsky 19xx: 6 f.

165 In: Peter Fischer (Hg.), *Technikphilosophie. Von der Antike bis zur Gegenwart*, Leipzig (Reclam) 1996, 86-98 (87)

166 Oskar Becker, *Mathematische Existenz. Untersuchungen zur Logik und Ontologie mathematischer Phänomene* [*1927], Tübingen (Niemeyer) 2. Aufl. 1973, 247, Anm. 1

Alexandria aber macht um 250 n. Chr. Gleichungen rechenbar, deren Lösungsbereich nicht nur die Mengen der ganzen, sondern auch der rationalen (also als Brüche notierbarer) Zahlen sind. Oswald Spengler beschreibt ihn als denjenigen, der die antike Arithmetik aus ihrer Anschauungsgebundenheit befreit hat.¹⁶⁷ Jegliche Zahlenmystik (noch bei Pythagoras) wurde damit zur bewußten Unanschaulichkeit der modernen Mathesis – *theoria* nicht mehr als Sehen, sondern als Abstraktion; sie wandert vom Visuellen zur Zahl. Immerhin vermochte Eudoxos $\sqrt{2}$, also eine irrationale Zahl, anhand der Diagonale des Einheitsquadrats anschaulich zu erkennen, ohne sie arithmetisch rechnen zu müssen. Irrationalzahlen aber werden von den Griechen nicht weiter verfolgt, denn ontologische Gründe setzten hier einen Denkhorizont, schreibt Max Bense auf der Suche nach einer Stilgeschichte der Mathematik, und ergänzt systemtheoretisch: „Stil ist immer ein Prinzip der Ausschließung.“¹⁶⁸ Edmund Husserls Phänomenologie erinnert beharrlich an die lebensweltlichen Gründe, also *archai* der Arithmetik – aber nicht medienarchäologisch, sondern kulturtechnisch gedacht: die Geometrie als im eigentlichen Sinne anschauliche Weise des Rechnens (Landvermessung etwa), was durch die analytische Geometrie (seit Descartes) vergessen wird.¹⁶⁹ Ein gewichtiger Teil der von antiker Evidenzästhetik und von den Idealen der Aufklärung geprägten Strategie der Anschaulichkeit ging mit der Anschauungskrise der Mathematik um 1900 und mit der Quantentheorie zugrunde. Oder mit Bertolt Brecht: „Eine Photographie der Kruppwerke oder der A.E.G. ergibt beinahe nichts über diese Institute. Die eigentliche Realität ist in die Funktionale gerutscht.“¹⁷⁰

Für die antiken Atomisten (Demokrit, Leukippos) besteht Welt aus kleinsten Partikeln, die jedoch an sich unsichtbar sind. An dieser Stelle beginnt die Medientheorie: die mit etwas rechnet, was den menschlichen Sinnen nicht mehr unmittelbar wahrnehmbar ist. Insofern sind Technologien, welche atomare und gar subatomare Strukturen meß- und damit wahrnehmbar machen, Instrumente der Theorie, theoretische Medien. Atome existierten zunächst nur auf mathematischer Ebene. Sie haben damit – wie musikalische Sphärenharmonien – eine theoretische Existenz. Die altgriechische alphabetnahe Notenschrift schreibt etwas

167 Dazu Max Bense, *Die Mathematik und die Wissenschaften* [1946], in: ders., *Ausgewählte Schriften*, Bd. 2, Stuttgart/Weimar (Metzler) 1998, 103-232 (120); ferner Dietmar Dath, *Es gibt noch ewige Wahrheiten. Zum Beweis der „Catalanschen Vermutung“: Wie wichtig sind die Zahlen 8 und 9?*, in: *Frankfurter Allgemeine Zeitung* Nr. 152 v. 4. Juli 2002, 44

168 Bense 1946 / 1998: 121

169 Dazu Stephan Günzel, *Husserls phänomenologische Archäologie*, in: *Altekamp / Ebeling* (Hg.) 2004: xxx

170 Zitiert nach: Walter Benjamin, *Kleine Geschichte der Photographie*, in: ders., *Gesammelte Schriften*, hg. v. Rolf Tiedemann / Hermann Schweppenhäuser, Bd. II.1: Aufsätze, Essays, Vorträge, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2. Aufl. 1989, 368-385 (384)

auf, was nur in menschlicher Wahrnehmung existiert, denn physikalisch betrachtet spielen sich Töne in Schwingungen ab, übergangskonstant, ohne harmonische Stufungen. Indem diese aber wahrgenommen und aufgeschrieben werden, existiert Notation als theoretisches Medium von Wissen: Medienwissen. Musikalische Theorie weiß um ihre mediale Bedingtheit. Die Widmung an Toni Hauswirth in Guerino Mazzolas Buch zur *Geometrie der Töne* sagt es: „Die Existenz von Hard- und Software zur Theorie ist ihm zu verdanken.“¹⁷¹ Bereits in der antiken Notenschrift ist Musik als Theorie aufgeschrieben. „Diese Schrift, die nicht Wörter schreibt, sondern Töne, ist in ihrem Zeichensystem ein Abbild des durchrationalisierten, theoretisch begriffenen musikalischen Materials und seiner Geschichte und insofern selbst theoretischer Art.“¹⁷² Theorie sei hier – mit Arnold Schönberg oder Ernst Mach – „als Konstruktion aufgefaßt, die nicht in der Natur der Musik begründet zu sein braucht, sondern lediglich eine Ordnung herstellt.“¹⁷³ Auch für die Definition physikalischer Basiseinheiten gibt es in der Natur keinen Hinweis. Sie sind also vom Menschen – oder besser: von Medien der Messung und der Notierung – „willkürlich gesetzt“¹⁷⁴.

Bei Pythagoras ist die Nähe von Geometrie und *theoría* markant; erst in dieser Kombination dient geometrische Vermessung nicht mehr schlicht Kulturtechniken, wie es etwa die agrarische Meisterung der Nilüberschwemmungen im Wortsinn sind.¹⁷⁵ Tatsächlich ist der Begriff der Sphärenharmonie, zu dem erst Platon das pythagoreische Gedankengebäude ausbaut, weniger Mystik denn ein Kalkül; hier koppelt sich der Begriff der *theoría* unmittelbar mit dem der Zahl, was in einer Medientheorie des Computers gleich einem Möbius-Band zurückkehrt. Iamblichos – der hier wohl auf Aristoteles zurückgreift – überliefert diesen Kern der pythagoreischen Theorie: „In knapper Form verschlüsselt speicherte er so“ – d. h. In Form der *Akusmata* – „eine unübersehbare weite und reiche Fülle geistiger Schau. So auch in dem Satz: „Die Zahl – es gleicht ihr alles“.¹⁷⁶ Und ferner heißt es in Iamblichos *Vita pythagorica*: „Was ist das Weiseste? Die Zahl (τί τὸ σοφώτατον; arithmós).“ Erst dann folgt das, was den Dingen die Namen gibt <82>.

Semiotiker André Vladimir Heiz hat einmal expliziert, was das Attraktive am Labor der *mathesis* ist. Ein solches nämlich reduziert einen

171 Guerino Mazzola, *Geometrie der Töne. Elemente der mathematischen Musiktheorie*, Basel / Boston / Berlin (Birkhäuser) 1990

172 Eggebrecht 1985: 52

173 Carl Dahlhaus, Was heißt "Geschichte der Musiktheorie"?, in: Zamminer (Hg.) 1985: 8-39 (8)

174 Lemmerich 1987: 84

175 Edmund Husserl, *Der Ursprung der Geometrie*; dazu Friedrich Kittler, Heideggers Kehre, in: ders., *Eine Kulturgeschichte der Kulturwissenschaft*, München (Fink) 2000

176 *Vita Pyth.* 162, zitiert nach: Bartels Leendert van der Waerden, *Die Pythagoreer*, Zürich / München (Artemis) 1979, 110

Gegenstand nicht auf reine Betrachtung, ohne sich am *Zustandekommen* der Beobachtung ununterbrochen zu beteiligen¹⁷⁷ - mithin ein dynamischer, operativer Begriff der Theorie, der zur Medientheorie in dem Moment wird, wo mathematische Dinge nicht länger als zeitlose platonische Ideen begriffen werden, „sondern als historische Aprioris, die operativ und medial hergestellt werden“¹⁷⁸ - die Materialität von Theorien. „Das Konzept des Konzeptes, die platonische *Idee* selbst, leitet sich von einer jüngeren Technik ab. Das Wort Archetyp stammt von *arché*, das erste, und *typos*, die Spur. In der Fachsprache des Handwerks entspräche *typos* der Punze, die zum Prägen von Münzen dient. [...] um beim Bild zu bleiben, eine einzige Punze kann Tausende von Münzen hervorbringen.“¹⁷⁹ Pierre Lévy unterstreicht mit dieser medienarchäologischen Erinnerung und Erdung der scheinbaren Idealität platonischer Philosophie die Formung von Theorien durch die je prägenden technischen Medien einer Epoche: „Die intellektuellen Technologien haben sich mit der Intelligenz der Menschen [...] vermischt.“¹⁸⁰

Ebenso, wie Medien als epistemische Dinge der theoretischen Reflexion bedürfen, bedarf die Theorie objektorientiert des medialen *fundamentum in re*: Anders als der Rolle der Theorie in der reinen Mathematik geht es der Medientheorie um wirkungsmächtige Substanzen und Prozesse, deren Eigenschaften durch Beobachtung festgestellt werden können“¹⁸¹.

Novalis hat es in seinem *Allgemeine <n> Brouillon* einmal so formuliert: „Wenn der Vortrag der Mathem[atik] mathematisch, so muß ja wohl auch die Physik *physicalisch* vorgetragen werden können und so fort.“¹⁸² Medientheorie allein im sprachlich-alphabetischen Medium der Theorie vorzutragen beschränkt sie.

[Weisen der Selbsthervorbringung: die Morphogenese]

Der Autor des vorliegenden Textes erinnert sich noch gut, als er im Schriftverzeichnis am Ende von *Intelligence Service*¹⁸³ auf einen Aufsatz zum biologischen Problem der Morphogenese stieß und auf den ersten Blick nicht glauben mochte, dass es sich hier um den gleichen Turing

177 André Vladimir Heiz, Das ästhetische Labor. Für ein offensives Verständnis der kreativen Kompetenzen, in: <Katalog Typographie>, 44

178 Kittler 1994: 104

179 Pierre Lévy, Die Metapher des Hypertextes [1990], in: Engell et al. (Hg.) 1999: 525-528 (525 f.)

180 Lévy 1990 / 1999: 526

181 Vgl. den Standpunkt von Helen E. Longino, in: Trajekte <Zentrum für Literaturforschung, Berlin> Nr. 4, April 2002, 27-30 (27)

182 Werke 1999: Bd. 2, 481, Nr. 53

183 Alan Turing, *Intelligence Service*, hg. v. Bernhard Dotzler / Friedrich Kittler, Berlin (Brinkmann & Bose) 1987

handelt(e), dessen Name inzwischen mit einer gleichnamigen Maschine zur Erprobung der Grenzen von Berechenbarkeit synonym wurde.

Ausgerechnet Alan Turing, der 1936 zunächst die "discrete-state machine" definierte, widmete sich in den letzten Jahren vor seinem Selbstmord der Morphogenese als mathematischer Herausforderung, also der Selbsthervorbringung von Formen durch kontinuierliche Systeme - einer Hardware, die ohne symbolisch kodierte Software prozessual wirksam ist.¹⁸⁴ *Techné* und *physis* konvergieren hier.

Die Grenzen der Turingmaschine zur Natur

Die Natur ist keine Turingmaschine, allen Versuchen der Parallelrechnung zum Trotz, sie digital zu simulieren¹⁸⁵ Novalis schreibt es 1798 für den damaligen Begriff des kalkulierenden Raums: „die Bücherwelt ist in der That nur die Caricatur der wirklichen Welt. Beyde entspringen aus derselben Quelle - Jene aber erscheint in einem freyern, beweglicheren Medio“¹⁸⁶.

Phänomenotechnische Modellierung von "Welt"

Phänomenotechnik praktiziert eine experimentelle Epistemologie von Seiten symbolischer Maschinen, "die sich im Zwischenraum von Theorie und Empirie, oder genauer gesagt, *in* der materialisierten Theorie selbst abspielt"¹⁸⁷. So stellen etwa Computersimulationen nicht schlicht Modellierungen von Weltprozessen wie den Klimawandel dar, sondern setzen *en arché*, vom Ansatz her bereits "in ihrem Design ein Denken in Flußdiagrammen und Programmiersprachen bereits strukturell" voraus (ebd.).

Jay Wright Forrester - medienhistorisch vertraut von seiner Mitentwicklung eines interaktiven Computers mit wahlfreiem Zugriffsspeicher ("Whirlwind") im Zuge des US-amerikanischen Radarüberwachungssystems SAGE - entwarf am M.I.T. in Boston diagrammatische Flussdiagramme zur Vorhersage dynamischer Prozesse

184 Alan Turing, The chemical basis of morphogenesis, in: Phil. Trans. R. Soc. London B 237, 37-72. Dazu Giuseppe Lungo, Letter to Alan Turing, in: Theory, Culture & Society. Sonderheft über "Transversal Posthumanism", hg. v. Matthew Fuller / Rosi Braidotti, Januar 2018

185 Kittler 1994: 103

186 Novalis, Werke 1999, Bd. II: „Vorarbeiten“, 367, Nr. 237

187 Sebastian Kawanami-Breu (Berlin / Universität Tokyo), The least dramatic attempt ever made to save the world: Jay Forrester als Kartograph kybernetischer Zukunften, Typoskript (Stand: Dezember 2021)

vermittels des Digitalcomputers - von der militärischen Ballistik bis hin zur Ökologie.¹⁸⁸ Doch erst sein Programmierer Richard Bennet machte aus diesem Instrument ein epistemogenes Werkzeug in Gestalt eines Compilers. Es war seine spätere Entwicklung der *task*-spezifischen Programmiersprache DYNAMO, welche nicht nur die Rechenprozesse beschleunigte (Echtzeit ist ein Kriterium von Simulation in Modellen), "sondern Forresters epistemische Dinge in technologische Objekte verwandelte, und so wiederum einen Spielraum für experimentelle Ausweitungen seiner Methode auf neues Terrain schuf"¹⁸⁹. Nicht die abstrakten Hypothesen, "sondern die ihnen eingeschriebene Technologie" (ders.) war es, welche die kybernetische Episteme in Vollzug setzte: ihre techno-logische Programmierbarkeit.

Die Tätigkeit des Geistes als Logik und Metamathematik ist das Eine. Doch erst deren (Trans-)Skription in Form maschinennaher Programmiersprachen eröffnet die Möglichkeit, "mathematische Strukturmodelle technisch zu realisieren, sie mit spekulativen Zeitachsen zu versehen und das Hantieren mit ihnen vom deduktiven Beweis hin zu einem iterativen Basteln mit Modellen zu verschieben" (Kawanami-Breu ebd.). Diese sind dann nicht die schlichte Verweltlichung geistiger Ideen, sondern eine Ideenwelt, die sich erst mit der Ins-Werk-Setzung - mithin der *techné* im altgriechischen Sinne - entbirgt. So beginnt eine wirklich techno-logische Epistemologie erst dann, wenn das künstliche System an sich, und autonom, in den Fokus gerät, sobald die "phänomenotechnische" Auffächerung eines Gegenstandes bessere Erkenntnischancen eröffnet als die logische Deduktion.¹⁹⁰

Aussichten des Computers: Zukunft als Ankunft?

Gegenüber den Allmachtsphantasien von *ubiquitous computing* und dem Digitalrechner sucht Medienarchäologie - der Zukunft eher denn der Vergangenheit zugewandt - den nächsten technologischen Umbruch bereits mit einzukalkulieren.

Bevor der Computer alle Bereiche des Lebens ergriffen haben wird, wird er sich selbst in etwas anders hin modifiziert, oder gar transformiert haben. Dem Mooreschen Gesetz zufolge lassen sich seine Rechen- und Speicherkapazität bald nicht noch dichter packen. In den nächsten Jahrzehnten wird er diese Grenze ebenso endgültig erreichen, wie das "Halteproblem" ihm vom ersten Moment an, *en arché*, schon eingeschrieben war. Dann kann man bestenfalls noch Bits mit Elektronen

188 Siehe etwa Jay W. Forrester, Der teuflische Regelkreis. Das Globalmodell der Menschheitskrise, hrsg. v. Eduard Pestel, Stuttgart (DVA) 1972

189 Kawanami-Breu, Typoskript 2021

190 Ein Argument von Kawanami-Breu, ebd.

selbst verrechnen, und auf atomaren Oberflächen abspeichern. Deswegen wird sich die Frage erledigt haben, bevor diese Situation dann wirklich eintritt.

Die Universelle Turingmaschine vermag zwar alle anderen bisherigen Medien zu emulieren, doch wird der Digitalcomputer nicht die letztgültige Technologie auf der Welt gewesen sein. Während der Quantencomputer, trotz aller massiver Parallelität in der Datenprozessierung, in vielen Hinsichten noch ein Nachfolgemedium der vertrauten Computertheorie bleibt (wie es im Begriff der Qubit schon anklingt), mag die tatsächliche Alternative in etwas Anderem als technischen Medien, und gegenüber dem Begriff der Technologie überhaupt liegen.

Neue technische Wesen sind bereits im Anflug. Technologie ist vielleicht schon das falsche Wort dafür. Apokalyptische Mediengeschichte und Technikutopien haben - ebenso wie Science Fiction - zumeist immer nur jedes aktuelle Medium linear in die Zukunft extrapoliert und als allumfassend phantasiert. Bislang sind die meisten Medien- und auch Kulturtheorien daran gescheitert, dass sie immer wieder die neueste Lage als die endgültige, und immer dramatischer werdend, totalisierend angegriffen haben. Diese Systeme sind bekanntlich immer wieder zusammengebrochen. Ein kleiner Schmetterlingsflügelschlag kann - nicht am Ende, sondern unversehens - ein ganzes System zusammenbrechen lassen. Dies kann - von innerhalb oder außerhalb - der Computerkultur ebenso widerfahren. Die Chaostheorie Ilya Prigogines aber weist nach, wie aus der unerbittlichen Tendenz zur Unordnung immer wieder kleine Inseln der Ordnung emergieren.

Verschont bleibt bislang vom "Denken des Computers" (sowohl *genitivus subiectivus* wie *genitivus obiectivus*) das Wenige am Menschen, das nicht ebensogut - oder gar besser - durch eine Turingmaschine berechnet werden kann - ein Freizeitpark. "Deep" *machine learning* schickt sich an, den Menschen auch noch in seinem mimetischen Verhalten zu entmachten. Die bislang kulturwissenschaftliche und anthropozentrische Frage kann im Sinne einer *media science* grundsätzlicher (wenn nicht gar medienontologisch) umgedeutet werden: Welche Bereiche der Physik werden vom Computer in seiner aktuellen Architektur unberechenbar bleiben? In welche alternativen Formen wird der Computer transformieren, im "unconventional computing" (etwa der Schleimpilz), als Renaissance des Analogrechners, und als genuine (und nicht schlicht diskret modellierte) neuronale Netze? Im techno-logischen Doppelsinn (algorithmischer *lógos* und materielle *techné*) wird sich die Frage nach der Berechenbarkeit erneut stellen: als Grenzen des Computers gegenüber der Modellierbarkeit der realen Welt (die Welt der reellen Zahlen), und als Alternativen zur Berechenbarkeit selbst. In welchem Verhältnis stehen der kalkulierende, rasonierende *lógos* und die Materie? Lässt sich mit (und nicht nur "auf") Materie selbst rechnen?

Ist das noch Zufall? Tyche und Automaton

Unter dem Titel „Tyche und Automaton“ verknüpft Jacques Lacan eine zentrale Qualität des binären Codes untrennbar mit ihrer Herausforderung durch den Zufall. Die antike Göttin der Fügung Tyche ordnet Lacan dem Realen zu und differenziert dieses Reale von der techno-logischen Ordnung des Automaten (und damit auch der rekursiven Turingmaschine) in ihrer Eigenschaft „der Wiederkehr, des Wiedererscheinens, des Insistierens der Zeichen [...]. Das Reale liegt stets hinter dem Automaten.“¹⁹¹ Zerstört ihre techno-logische Übersetzung die indexikalische Spur, oder bleibt sie – signaltechnisch dem dem Sampling-Theorem von Nyquist / Shannon zufolge – auch in ihrer symbolischen Kodierung buchstäblich „aufgehoben“?

[*einfügen / redigieren* Kapitel SAMPLING / DIGITALISIERUNG mit § „Analog / digital (Frank Winkler)“]

Gestattet Digitalisierung – gegenüber bisherigen Übertragungsverlusten im technischen Raum- oder Zeitkanal – die exakte Reproduzierbarkeit von Signalen? Dies wäre eine Verschiebung mit epistemischem Momentum im bisherigen Wissenshaushalt.

Tyche und Automaton stehen sich nur scheinbar gegenüber. „In dem wiederholten, automatisierten Insistieren des Signifikanten gibt es immer etwas, dass [sic] der Symbolisierung widersteht, das wie zufällig die Ordnung stört.“¹⁹² Tyche ist damit die (Ein-)Bruchstelle des *automaton*. Das Reale wird zugleich, geradezu gleichursprünglich vertäut, durch die Symbolisierung mit hervorgebracht. Dies hat Konsequenzen für den Begriff des *Technológos*, der Technik gerade nicht auf die symbolische Ordnung der Programmierung oder des Schaltplans reduziert, sondern in der technischen Physik das irritierende Moment als „Reales“ und zeitkritisch zugespitzt „TempoReales“ anerkennt.

Ende Juli 2017 sucht die Ausstellung *Ist das noch Zufall? Wahrnehmung und Komplexität* des Projektseminars am Institut für Musik- und Medienwissenschaft unter der Leitung von Nikita Braguinski im Atrium des Pergamon-Palais der Humboldt-Universität zu Berlin medienwissenschaftlich auf exakte Begriffe zu bringen, was im Alltag zumeist als schicksalhafte Fügung erfahren wird. Echter Zufall, bei dem die einzelnen Ereignisse (für Digitalcomputer ist es die Wahl einer Zahl) in keinerlei Beziehung zueinander stehen, wird unterschieden vom

191 Jacques Lacan [FO 1964], Die vier Grundbegriffe der Psychoanalyse. Seminar XI, hg. v. Norbert Haas / Hans-Joachim Metzger, Weinheim (Quadrige) 1987, 60

192 Webseite Der Psychoanalytische Salon Berlin Eintrag "Wieder wie durch Zufall", Michaela Wünsch, <http://www.pasberlin.de/michaela-w-nsch>, Abruf 9. Mai 2020)

deterministischen Pseudozufall, wo die zeitdiskrete Reihe nach einem komplexen, aber im voraus schon festgelegten Plan abläuft. Menschliche Wahrnehmung komplexer Informationsströme tendiert einerseits dazu, dem tatsächlich wahrgenommenen Rauschen kognitiv Ordnung zu unterstellen. Umgekehrt versagt ab einem gewissem Grad an Komplexität zwangsläufig die humane Fähigkeit, Ordnung zu erkennen. Dadurch wird es technischen Medien möglich, den in der Herstellung aufwändigen echten Zufall durch den prozessorökonomisch günstigeren Pseudozufall zu ersetzen – ein stochastischer Turing-Test, und zugleich ein zentrales Anliegen der kybernetischen Informationsästhetik (Arnheims *Kunst und Entropie*; Bense, Moles). Ganz so wie die sogenannten digitalen *glitches*, sind Zufall und Irrtum im Computer “not as random as they seem: they are ordered and shaped by computational hardware and software”¹⁹³. Den *signalechten* Zufall aber muß sich der Digitalrechner aus der wirklichen Welt holen – etwa durch Quantenphysik, die erst im Akt der Messung die unvorhersagbare Entscheidung trifft. Wirklicher Zufall muß der Turingmaschine aus der realphysikalischen Umwelt (Turings „Orakelmaschine“), oder der Binnenwelt der Computerhardware selbst zugeführt werden. Ein „live“-System zur Erzeugung echter Zufallszahlen gegenüber der determinierten Maschine greift als Quelle etwa auf eine Z-(früher auch Zener-)Dioden zurück, die darauf ausgelegt sind, „dauerhaft in Sperrrichtung im Bereich der Durchbruchspannung betrieben zu werden“, und sich „als Generator für weißes Rauschen nutzen [lassen], das durch den Lawineneffekt hervorgerufen wird“¹⁹⁴. Im Nahfeld elektromagnetischer Wellen, etwa der Impulse eines telekommunikativ aktiven iPhone, wird eine Z-Diode indes ihrerseits wieder durch Ordnungen moduliert.

Die experimentelle visuelle oder auch akustische Darstellung von Symbolfolgen (Ulam-Spiralen, parametrische Sonifikation) ermöglicht die Erkennung des Unterschieds zwischen echtem und Pseudo-Zufall anhand von Musterbildung; das Programm *Waves 3 Ways (Topsy's Revenge)* von Nick Montfort / Bernie Innocenti generiert mit Hilfe eines minimalen Algorithmus einen verstörenden Strom an Texten und Klängen. Der Pentatonic Permutations Player Benjamin Heidersbergers läßt den algorithmisch erzeugten Pseudozufall als *musikalisch* erfahren. Anhand eines Bots für den Messenger Telegram, der kontingente Melodien erzeugt, wird nachvollziehbar, daß nicht alles an einem scheinbar zufälligen Ereignis wirklich zufällig ist. Die in den Computerspielklassikern der 1980-1990er Jahre eingesetzte Technologie iMUSE macht deutlich, wie es manchmal notwendig ist, Zufall nicht nur zu erzeugen, sondern auch zu beschränken.

193 C. Morgan, Calculated Error: Glitch Art, Compression Artefacts, and Digital Materiality, in: APRJA Bd. 8, Heft 1 (2018), 204-217 (Abstract)

194 <https://de.wikipedia.org/wiki/Z-Diode>, Zugriff 20. August 2020

Foucaults mathematische Archäologie

Medienarchäologie verdankt ihren Begriff der *Archäologie des Wissens* Michel Foucault. Medientheorie liest die Texte von Foucault mit anderen Augen und entdeckt: Foucault hat eher Mathematik denn – wie etwa Hegel in seiner Skepsis gegenüber vernunftfähigen Rechenmedien – Philosophie zur Begründung seiner Archäologie des Geistes gewählt.

So kommt eine Lesart der 1969 verfaßten *Archäologie des Wissens* ins Spiel, die entgegen anderslautender Deutungen nicht metaphorisch, sondern strikt mathematisch deutbar ist: Als Studium von Aussagen (*énoncés*). Aussagen wiederum konfrontieren uns mit einer enuntiativen Funktion, die Zeichen zu einem Objektfeld korreliert, in einem Raum, wo sie benutzt und repetiert werden. Martin Kusch offeriert eine markante Lesart der entsprechenden Argumentation Foucaults: „The natural way of rendering this passage intelligible is, obviously, to take the notion of a function at its mathematical face value.“¹⁹⁵

Die sogenannten „diskursiven Formationen“ werden durch ein singuläres Set von Regeln zusammengehalten – mithin eine Aussagenlogik, wenngleich noch nicht in operative Algorithmen umgesetzt. Foucaults Aussage-Modell steht einerseits dem Denkgebäude von Leibniz nahe, insofern es die Theorie möglicher und je aktualisierter Welten reformuliert. Sein wissensarchäologischer Begriff der Aussage erinnert andererseits an die mathematische Ästhetik der Bourbaki-Gruppe in Paris, jenem „Rechenzentrum der Avantgarde“¹⁹⁶, das mit mengentheoretischen Begriffen operierte – also algebraisch, nicht arithmetisch mit Zahlen. Solcherart angeschrieben entschlüsselt sich Foucaults Text: „A Foucauldian statement is an ordered quintuple $\langle r_i, p_i, a_i, l_i, s_i \rangle$ and [...] the set of possible statements (\mathcal{E}) can be represented by a function ($f_{\mathcal{E}}$) as follows: $f_{\mathcal{E}}: R \times P \times A \times L \rightarrow S$. Here R is the class of „referentials“, P is the class of „subjective positions“, A is the class of „associated domains“, L is the class of spatiotemporal locations, and S is the class of strings of signs.“¹⁹⁷

Hier schreibt sich rücklings längst die Turing-Maschine.¹⁹⁸ Foucaults *Archäologie des Wissens* hat damit in deutlicher Wendung gegen Kant

195 Martin Kusch, Discursive formations and possible worlds. A reconstruction of Foucault's archeology, in: *Science Studies* 1/1989, 17-25 (17, hier unter Bezug auf M. F., *The Archaeology of Knowledge*, New York 1972, 106). Siehe auch ders., *Foucault's Strata and Fields. An Investigation into Archaeological and Genealogical Science Studies* Dordrecht, Boston, London 1991

196 Siehe Dietmar Dath, *Das Rechenzentrum der Avantgarde*, in: *Frankfurter Allgemeine Zeitung* Nr. 89 v. 17. April 2002, 56

197 Kusch 1989: 18

198 Oswald Wiener / Manuel Bonik / Robert Hödicke, *Eine elementare Einführung in die Theorie der Turing-Maschine*, Wien / New York (Springer) 1998

ein anderes System von Aprioris entworfen, welche das Feld organisieren, darin Reden als Ereignisse erzeugt und beherrscht werden. Jener Erkenntnisapparat, dessen Möglichkeiten und Grenzen das Innere und den Rand der Wahrheit markieren, ist allerdings – *mit* Foucault über Foucault hinaus – genuin medienepistemologisch viel präziser benennbar. Denn Mitspieler im Prozeß der Autorisierung dessen, was das Wahrheitsiegel zu erlangen vermag, sind heute reale, medienarchäologisch identifizierbare techno-logische Regeln zur Formation und Transformation von Aussagen.¹⁹⁹

Technik gründet inzwischen in einem wesentlich logischen Dispositiv. Turing schreibt in seinem notorischen Aufsatz von 1937 ausdrücklich von einer „Theorie der Maschine“²⁰⁰ – eine Maschine, die nicht alles am Menschen, doch seinen denkend-vernünftigen Anteil zu rechnen vermag (da der Mensch im Moment des Denkens selbst ein Rechner ist).

Foucault diagnostiziert am Ende seiner *Ordnung der Dinge* am Beispiel von Sand am Meer das Verschwinden des (Bilds des) Menschen: „que l’homme s’effacerait, comme à la limite de la mer un visage de sable“²⁰¹. Dieses Bild kommt mit digital kalkulierten Bildern von Menschen zu sich – das Menschenbild aus Sicht der digitalen Maschine. Ein Fußabdruck hinterläßt im Sand eine Form, in/formiert mithin die „lose Kopplung“ der Materie²⁰²; demgegenüber wird Silizium als Basismaterie hochintegrierter Schaltkreise zu Transistoren *dotiert*.

Hier verweist Medienarchäologie auf eine *arché*, die gerade nicht das Alter der Dinge meint. Platon läßt im *Kratylus* dazu sagen (436D), daß bei einer mathematischen Zeichnung vor allem „am Anfang jeder Arbeit viel Vernunft“ im Spiel sein muß.²⁰³ Der gedachte, nicht der materielle Anfang ist der Beginn jeder Handlung, schreibt Platon in Bezug auf die Praxis der Geometer. Folgt die *black box* : „Denn was einen Anfang hat, von dem man nichts weiß und mit ihm zusammengeflochten ein Ende und was dazwischen liegt (metaxy), von denen man auch nichts weiß, wie könnte wohl aus einem so geistreichen Mittel eine Übereinstimmung je zu einer Wissenschaft werden?“²⁰⁴

199 Siehe Friedrich A. Kittler / Manfred Schneider / Sam Weber (Hg.), Diskursanalysen 2: Institution Universität, Opladen 1990, Editorial, 7

200 Alan Turing, On Computable Number, with an Application to the Entscheidungsproblem, in: Proceedings of the London Mathematical Society (2) 42 (1937); dt. in: ders., Intelligence Service, hg. v. Bernhard Dotzler / Friedrich Kittler, Berlin (Brinkmann & Bose) 1978, 17-60 (21)

201 Michel Foucault, Les mots et les choses. Une archéologie des sciences humaines, Paris 1966, 398

202 Fritz Heider, Ding und Medium, in: Symposium 1 (2) 1927, 109-157

203 Hugo Perls, Lexikon der platonischen Begriffe, Eintrag »Anfang«, Bern / München (Francke) 1973, Lemma „Anfang“, 27ff (27)

204 Staat 533BC, zitiert nach: Perls 1973: 29

Die algorithmische Maschine als Medientheorie

Mit dem Computer kommt Medientheorie sehr konkret ins Spiel. Er wurde von Alan M. Turing 1936 als ein logisch-operationales Modell gedacht, das vor allem eine mathematisch-formalistische Berechnungsmethode darstellt. „Auch wenn diese auf einer mechanischen Apparatur basiert, ist sie nicht die eigentliche Maschine, sondern die auf einem (vorgestellten) Papierband verzeichneten Operationen.“²⁰⁵ Doch auch das überabzählbar unendliche Band hat eine irreduzible Materialität, dem Infiniten zum Trotz.

Im Kern deligiert Turing an die nach ihm benannte Maschine jene Operationen, welche den mechanischen Anteil am menschlichen Denken (*computing*) ausmacht: logische und mathematische Operationen, die Schritt für Schritt – also streng algorithmisch – auf Papier ausführbar sind. Dies geht, weit über Mathematik und Computer hinaus, bis ins Ästhetische. Ein (nach Bruce Sterling) so genanntes „dead medium“, nämlich das Reproduktionsklavier, steht dafür, welches Töne nicht nur automatisch abzuspielen, sondern auch gespielte Tastenanschläge auf gelochten Rollen oder Bändern aufzuzeichnen vermag. Dessen klangspeichernde Funktion, zur Perfektion getrieben im Flügel Marke Welte-Mignon von 1904, wurde zunächst vom Grammophon, dann von der Schallplatte übernommen (womit sich der Tonspeicher vom Musikinstrument vollständig löst²⁰⁶), doch dann unversehens vom Player Piano des Komponisten Conlon Nancarrow reaktiviert, „um neuartige kompositorische Ideen unabhängig vom Leistungsvermögen von Interpreten zu entwickeln und sie gleichzeitig so präzise wie gewünscht auszuführen“²⁰⁷. Hier wird nicht das individuelle Klavierspiel von Virtuosen passiv gespeichert, sondern Klavierspiel aktiv und in medienarchäologisch kühler Distanz programmiert. Auf dem Titelblatt des Begleithefts zur entsprechenden CD sehen wir vom Locher ausgestanzte Papierschnipsel: „Seine Musik stanzte er selbst in mühsamer, alter Handwerksmanier in die Papierrollen. Loch für Loch, Note für Note“ <ebd.>; so entstanden seine undatierten, aber nummerierten *Studies for Player Piano*. Nancarrow hat selbst nie wirklich Klavier spielen gelernt: die konsequente Übertragung der maschinisch-algorithmischen, mithin medienarchäologischen Ästhetik, gleich einer Einführung in die Ästhetik der Computer-Programmierung ohne operative Kenntnis des Programmierens selbst. Menschliche Klavierspielerinnenhände haben dann in einer Art *reverse media*

205 F. E. Rakuschan, Junktim. Von der elektronischen Ursuppe zum Gehirnwassersiziliumwelt-Mix, in: Nybble-Engine, hg. v. CLIMAX (Jahrmann / Moswitzer / Rakuschan), Wien (Climax) 2003, 28-35 (32)

206 Siegfried Wendel, Das mechanische Musikkabinett, Dortmund (Harenberg) 1983, 9

207 Moniko Fürst-Heidtmann, Booklet zur Compact Disk Conlon Nancarrow, *Studies and Solos*, Wergo: WER 66702, 3

archaeology diese Kompositionen vierhändig humanisiert: „Auch wenn es unmöglich (und sinnlos) ist, den Anschlag von Nancarrow's Instrumenten zu imitieren, haben wir versucht, das klare Stakkato-Spiel der Maschine annähernd zu erreichen. In den *Studies* [...] haben wir uns den wärmeren Klang und die längeren Resonanzen eines modernen Flügels zunutze gemacht. Außerdem haben wir uns fast unweigerlich von der Maschine entfernt, indem wir dynamische Phrasierungen, akzentuierte Modulationen und Nuancierungen der Balance eingebaut haben, die unserer Meinung nach zur Musik passen, jedoch bei einem selbstspielenden Klavier nicht möglich sind“²⁰⁸ - etwa das Stück *Sonatina*, circa 1945 von Nancarrow geschrieben und um 1950 in Papierrolle gestanzt, „um es hören zu können“²⁰⁹. Dem Hörer einer Aufnahme dieses Stückes auf Compact Disc aber bleibt - wenn es von einem anderen, einem abstrakten (CD-)Player gespielt wird, dem das Piano eine digitale Information wie jede andere ist - kaum noch unterscheidbar, ob hier Mensch oder Maschine spielt. Schon der Bechstein-Welte-Mignon-Reproduktions-Flügel mit seine pneumatischen Vakuum-Spielapparat „setzt die in das Papier gelochte Information in Klaviermusik um, daß selbst Fachleute nicht feststellen konnten, ob der Pianist oder seine Notenrollen spielte“²¹⁰. Maurice Blanchot hat es in *Das Schweigen der Sirenen* am Beispiel des Homerischen Motivs aus der *Odyssee* beschrieben: die Verunsicherung des Menschen in der Mensch-Maschine-Kommunikation, wenn die synthetische Stimmung das Niveau humaner Artikulation erreicht. Bleibt eine subtile Differenz zwischen Leben und Tod, ablesbar darin, daß die Zerlegung eines akustischen Signals auf der Basilarmembran des menschlichen Ohrs am lebenden Objekt aktiv verstärkt wird (energieverbrauchend), während derselbe Mechanismus an toten Objekten nur eine flache Auslenkungsspitze ergibt.²¹¹ Angesichts von Androiden war im 18. Jahrhundert immer noch die Differenz von Mensch und Maschine einsichtig, ja sogar die Voraussetzung für die Bewunderung des Künstlichen. Mit den Turing-Tests einer Medienkultur unter hochtechnischen Bedingungen und der Leistungsfähigkeit von Rechnerkomponenten, die humane Signalverarbeitung selbst auf der Sinnesebene zu simulieren vermögen, entfällt jedoch die kulturell vertraute und tröstliche Selbstverständlichkeit, das Reich des Technischen vom Reich des Menschlichen schon intuitiv unterscheiden zu können.

Nancarrow's Stücke selbst sonifizieren eine mathematische Ästhetik; insofern steht der CD-Player in seinem digitalen Format dem mathematischen Wesen der Komposition nahe, entbirgt es im technologischen Vollzug. Die Kompositionsästhetik Nancarrow's ist eine direkte Funktion von Medientheorie als Mathematik, präziser: von

208 Die Klavierspielerinnen Helena Bugallo / Amy Williams, zitiert ebd., 7
209 10 f.

210 Wendel 1983: 178

211 Dazu Barkowsky 1996: 271

Algebra als Modell von Sprache, Logik und Philosophie, damit auch von Ästhetik.

Eine der frühesten Monumente vokalphabetischer Schrift *sagt* es grammophon: „Wer nun von all den Tänzern am anmutigsten tanzt, der soll dies erhalten“: Auf der Dipylon-Kanne Mitte des 8. Jahrhunderts v. Chr. In Athen sind Tanz und Schrift vereint: Der elegante Hexamter geht am Ende über in einen Kernbestandteil alphabetischer Schreibübung, die Serie LMN, aus der dann der lateinische Begriff *elementum* entspringt.

Die Lesart und Umschrift der Inschrift nach Autopsie von Barry B. Powell²¹² ziert das Titelblatt der Publikation *Die Geburt des Vokalalphabets aus dem Geist der Poesie. Schrift, Ton und Zahl im Medienverbund*; dort aber ist sie unterlegt mit dem linear skalierten Sonogramm derselben Inschrift, verlautet durch die Stimme Barry Powells höchstselbst – eine veritable Medienarchäologie des Vokalalphabets.

Die medienepistemologische Konsequenz der alphabetischen Schriftpraxis ist und bleibt die Kombinatorik, von der letztlich auch Leibniz sich nicht löst (und damit auch das Abendland nicht von dieser medienarchäologischen Erblast erlöst). Leibniz' kombinatorischen Spiele zielten folglich beharrlich auf jenes universale „Buch, in dem alle Wahrheiten aufgeschrieben sind, die von den Menschen erfaßt werden können“. In diesem Buch insistieren die Signifikanten buchstäblich, und so kommt es zum Kurzschluß von Leipzig, dem frühen Studienort, und dem Eigennamen von Leibniz: „So treu blieb Leibniz, der eigenen Analysis zum Trotz, seinen kombinatorischen Anfängen in Leipzig. Wäre nämlich die Logik erst einmal von algebraischer Eleganz, könnte sie sämtliche Wahrheiten zunächst erzeugen und sodann auch wieder abzählen. (Was die Frage aufwarf, ob nicht alle Geschichte nach einigen Jahrtausenden wiederkehren müsse.) [...] In dieser *characteristica universalis* wären Individuen so unverwechselbar wie Primzahlen, Widerlegungen so leicht wie Multiplikationen.“²¹³

Leibniz war ein Kopfarbeiter, dem es um Abschaffung der Kopfarbeit ging; die Turing-Maschine kommt mit einem Schreib/Lese-Kopf aus. Claude Shannon konzipierte tatsächlich eine Maschine zur Optimierung logischer Schaltungen und entmachtet damit die Denkarbeit des Ingenieurs. Martin Heidegger sah sich durch diese Lage, die Denken und Rechnen gleichsetzt, zu dem Satz provoziert: „Die Wissenschaft *denkt* nicht.“ Leibniz empfahl seine Universalcharakteristik mit den Worten: „Alle

212 Barry B. Powell, The Dipylon oinochoe and the spread of literacy in eighth-century Athens, in: *Kadmos. Zeitschrift für vor- und frühgriechische Epigraphik*, Bd. XXVII, Heft 1 (1988), 65-86 (Fig. 1)

213 Friedrich Kittler, Dem Schöpfer auf die Schliche. Auf der Suche nach einem universalen Zeichensystem: Gottfried Wilhelm Leibniz zum 350. Geburtstag, in: *Frankfurter Allgemeine Zeitung* Nr. 149 v. 29. Juni 1996, B4

Forschungen, die von der Vernunft abhängen, würden über die Umformung solcher Zeichen und einen gewissen Kalkül laufen, was die Erfindung schöner Dinge ungemein vereinfachte. Man müßte sich nicht mehr wie heute den Kopf zerbrechen, wäre aber versichert, alles Machbare auch machen zu können. Und wenn jemand an dem, was ich vorgebracht haben würde, zweifelte, würde ich ihm sagen: ‚Rechnen wir, mein Herr!‘“ Die aktuelle Medienkultur ist eine, die dies auf allen Ebenen der Informations- und Kommunikationstechnologie vollzieht: *calculemus*.

Genau hier, auf dieser berechnenden Ebene, liegt auch Nancarrow's Sehnsucht, Musik für Klavier zu komponieren, auch ohne selbst Klavier spielen zu können – also die Loslösung der Kunst vom Hand-Werk, hin zu einer genuinen Medienkunst als Kunst des Programmierens. Nun dies dies allerdings die Ästhetik einer Mathematik, die vor allem mit der Welt des Symbolischen befaßt ist, zumal die formalistische Schule, die für Alan Turing prägend und eher daran interessiert war, „die Mathematik so zu behandeln als wäre sie ein Schachspiel, ohne nach einer Verbindung zur Welt zu fragen“²¹⁴. Turings Desinteresse an der Implementierung seiner Denkmachine (Theorie) in der physikalischen Welt ist sprichwörtlich; der Unterschied von Mann und Frau etwa interessiert ihn nur als Testfall für den sogenannten Turing-Test.²¹⁵ Genau die Verbindung zur Welt realer Maschinen aber, also jene Implementierung von Mathematik, in der sie medienaktiv wird, unterscheidet reine Mathematik von Medientheorie.

Hierin liegt der Bezug technischer Medienanalyse zum Akustischen, wenn sie auf die transitive medienarchäologische Ebene herunter verlagert wird – von der ganzzahligen Analyse musikalischer Proportionen hin zum Zustandekommen akustischer Ereignisse auf der Ebene ihrer mathematisch berechenbaren Frequenzen; hier ist Hermann von Helmholtz' *Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik* (1863) der Musik näher gewesen als Nancarrow. Wenn unsere kognitive Wahrnehmung in einer Art unbewußter Arithmetik die Schwingungen von Instrumenten mitzählt, entsteht die Empfindung einer Ordnung namens Musik. Je sinnlicher technologische Medien auf uns wirken, desto strikter beruhen sie auf mathematischen Operationen.

Es war Vietas Kunstgriff, beliebige Zahlen durch lateinischen Buchstaben zu ersetzen, die überflüssig geworden waren, nachdem indisch-arabische Ziffern die Köpfe vom Ausrechnen erlöst hatten. Was fortan auf dem Papier stand, waren Zeichen, die sich nach formalen Regeln in andere überführen ließen – Leibniz' Kalkül. Die Modellierung (und damit auch Mechanisierbarkeit) von Denken als ein Verbinden und Ersetzen von Buchstaben ist ein Triumph des Alphabets.

214 Hodges 1994: 491

215 Siehe Alan Turing, *Computing Machinery and Intelligence* (dt. in: ders., *Intelligence Service*, xxx); dazu Hodges 1994: 479 f.

Der ganze Unterschied zwischen klassischer Archäologie und Medienarchäologie liegt darin, daß monumentale Philologie nicht hermeneutisch, sondern strikt formal betrieben wird. David Hilbert legte dar, „wie man beim Addieren zweier Zahlen die Ziffern nicht unrichtig untereinander setzen darf, sondern vielmehr erst die Rechnungsregeln, d. h. Die Axiome der Arithmetik, das richtige Operieren mit den Ziffern bestimmen“²¹⁶ - eine in der mathematischen Operation schon angelegte theoretische Maschine.

Solche Regeln gelten auf der symbolischen Operationsebene kulturtechnischer Notation überhaupt. Durch buchstäbliche Konfigurationen auf chronologischen Schreibflächen kommen ganze historische Epochen zustande, die es nie gab, oder solche, die es gab, fallen fort und erscheinen als unaufgelöste Lücke. So eindeutig ist die (lediglich) symbolische Zeitordnung namens Geschichte eine stochastische Funktion ihres Aufschreibesystems. Archäologen trafen in Karatepe auf in Stein gemeißelte Reliefs mit althethitischen Hieroglyphen. „Die Motive folgen einander willkürlich, ohne Sinnzusammenhang; die Schrift ist formlos, so sich gerade Platz bot, eingestreut.“²¹⁷ Hier entscheidet die Ökonomie des Speichermediums, die kostbare Schreibfläche selbst, über die Füllung der Fläche mit Symbolen, nicht der logische Stellenwert der Zeichenkette selbst.

Daten aber, im Unterschied zu reinen Symbolen auf Papier, werden erst dann zu physikalischen, zeitkritischen *Gegebenheiten*, sobald sie als Signale in der materiell gegebenen realen Welt implementiert sind. Medientheoretisch gedacht ist die Turing-Maschine eine, die nur in der Theorie existiert; die Abfolge ihrer internen Zustände bezieht sich nicht auf die kinetische Bewegung einer realen Apparatur, sondern auf je neue Zeichenkonfigurationen - eine quantenenergetische Existenzform in diskreten Zuständen, Bewegung ohne Materie, und damit dem Begriff der Information, nicht mehr dem Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik verpflichtet, also der energetischen Bewegung hin zur Entropie. In Shannons Kommunikationstheorie wird das Problem des energetischen Wärmeverlusts (in Anlehnung an Boltzmanns H-Theorem) zum Rauschen umformuliert und damit nachrichtentechnisch kalkulierbar.

Die Verwundbarkeit von Transatlantikkabeln beschleunigte einst den qualitativen Umschlag von Telegraphie in drahtlose Nachrichtenübertragung: „Weil Medien strategische Eskalationen sind“ und nicht „Prothesen eines sogenannten Menschen, der seine Augen und Ohren an Apparate der Speicherung oder Übertragung entäußert hätte“,

216 Gerhard Kropp, Geschichte der Mathematik. Probleme und Gestalten, Wiesbaden (Aula) 1994, 220

217 Legende zu Tafel XLII in Ceram, Enge Schlucht und Schwarzer Berg, xxx 1955

entspringt gerade aus der Verwundbarkeit eines gewesenen Leitmediums das nächste²¹⁸, speziell auch in der Ökonomie der Zeit: Der Einsatz von Bild-, Ton- und Speichermedien resultierte in einem radikalen Wandel von Zeitverständnis, der nicht nur phänomenologisch, sondern auch medientheoretisch faßbar ist.

Kulturwissenschaft fragt mit Norbert Elias, in welchem Verhältnis „der physikalische Geschehensablauf eines Zeitbestimmers, also etwa der Uhrmechanismus, zu der sozialen Funktion des Geräts als Ankündiger von Zeit“ steht.²¹⁹ Demgegenüber sagt Medienarchäologie: Mit der Zählung geht Diskretisierung einher, mit dem Werkzeug der Infinitesimalrechnung (Leibniz) auf der Spur des Analoges. Gemeint ist hier das Digitale, zugespitzt im binären Code; der Computer ist daher modellbildend für das nicht mehr Er-, sondern vielmehr Zählbare.

Der Computer: modellbildend für Medienwissenschaft

Technische Medien wurden zum Gegenstand einer eigenständigen Wissenschaft nicht von ungefähr, sondern die Dinge selbst drängten danach. Ansatzweise zwar schon in Phonograph, Film, Radio und Fernsehen (McLuhans *Understanding Media* von 1964 wurde im Auftrag des US-Ministeriums für Erziehung geschrieben), doch durchschlagend erst mit dem Medium, das die Singularität analoger Medien, ihre spezifische Fügung, unterläuft: der Computer. „Modellbildend“ ist der Computer für Medientheorie, weil er selbst das erste Medium ist, das aus reiner Theorie geboren ward.

Eine Werbeanzeige der Berliner Designerin Evelin in der Stadtzeitung *zitty* definierte im Oktober 2003 Mode so, als sei sie ein Computer, nämlich als „die Schnittstelle von Material und Intelligenz“. Mit dem Computer kommt Medienwissenschaft auf den Begriff, während die Epoche von Radio und Fernsehen lediglich den der Massenmedien und eine Publizistik hervorbrachte. Der Fernseher „rechnet“ nicht. Es ist der Computer, der eine Beobachterdifferenz zu allen anderen Medien setzt, indem er sie zu subsumieren vermag (und damit alle verkörpert). War Mediengeschichte bislang eine Geschichte einzelner Medien, kehren diese nun als logische Formate ausdifferenziert im Kollektivsingular von Datenverarbeitung namens Computer wieder ein. „Ich bin alle Namen der Geschichte“, schreibt Friedrich Nietzsche in seinem *Zarathustra*. Nun sagt das die universale Maschine.

218 Friedrich Kittler, Krieg im Schaltkreis, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 275 v. 25. November 2000, I

219 Norbert Elias, Über die Zeit. Arbeiten zur Wissenssoziologie II, Frankfurt/M. 1988, XXIff

„Virulent wurde die Frage nach dem epistemologischen Status der Medien mit der ubiquitären Verbreitung des Computers.“²²⁰ Modellierung, nicht Metaphorisierung von Medienprozessen in der Kultur ist das Programm von Medientheorie. Nicht die diskursiv manifeste, sondern die latent epistemische Dimension medialer Prozesse interessiert sie.

Die Kritische Theorie der Frankfurter Schule und im Anschluß daran die Cultural Studies haben immer wieder gefragt, ob Medien Meinung manipulieren (Brecht, Adorno, Anders, Enzensberger, Bourdieu, Fiske). Diese Frage war mit Adornos 100. Geburtstag im September 2003 gleichzeitig aktuell und antiquiert. Auf der zeitgleichen Ars Electronica in Linz unter der Themenstellung „Code. The language of our time?“ herrschte in Theorie und Medienkunst durchgängig Einigkeit, daß wir eine Epoche durchleben, in der nicht mehr klassische AV-Massenmedien ein Publikum manipulieren, sondern die mächtigste Medienmaschine von jedem Nutzer höchstselbst manipuliert werden kann – durch Programmierung als aktueller Schriftkompetenz. Auch wenn das Verhältnis vieler zur Programmierung dem eines Archäologen entspricht, der auf eine unentzifferte Schrift trifft, ist es doch möglich, strukturell die Logik und Ästhetik der Programmierung anhand von rudimentären Kenntnissen in Hochsprachen aus der Steinzeit der Programmierung wie Turbo Pascal und Basic nachzuvollziehen.

Es gibt für Medientheorie eine Steinzeit – einmal im zeitlichen Sinne, einmal im wörtlichen (wenn mit Steinen *kalkuliert* wird, die Geburt der Schrift aus Zahlen-*tokens* in Mesopotamien). Medienarchäologie ist, wenn der Begründer der modernen Medienwissenschaft, Marshall McLuhan, bis auf das griechische Vokalalphabet als Ergründung der Technologien seiner Gegenwart zurückgreift – wenngleich seinerseits noch primär an den AV-Medien orientiert, weniger auch den Computer, also die Zahl, mit einbeziehend.

Natürlich manipulieren Medien: ebenso auf der Ebene nachrichtentechnischer Übertragungsprotokolle (*Ips* etwa) wie auf der Ebene sogenannter Inhalte (*message*), die tatsächlich eine Manipulation von Sinneswahrnehmung als Signalverarbeitung ist – eine physiologische ebenso wie psychotechnische *massage* (McLuhan). Massenmedienforschung positioniert sich also zwischen den Positionen der kritischen Theorie und den Cultural Studies einerseits und der Medienarchäologie andererseits (die unter „Masseanschluß“ die elektrotechnische Erdung der Apparate versteht); solche Analysen *technologisch* zu präzisieren ist Programm einer operativen Medientheorie.

220 Georg Christoph Tholen, Die Zäsur der Medien. Kulturphilosophische Konturen, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2002, Einbandtext

An die Stelle der ideologischen und analog sinnestäuschenden Manipulation des Menschen ist mathematisches Werkzeug getreten, das in Kombination mit Apparaten mächtig wird. Mathematische Modelle machen berechenbar, was menschliche Wahrnehmung an Bildern für redundant oder irrelevant hält; so kann eine gezielte Datenreduktion genau dort stattfinden. In digitaler Bildverarbeitung wird dies konkret, wo an die Stelle des archäologischen und kulturwissenschaftlichen Begriffs des dinglichen Artefakts ein logischer Begriff desselben tritt. Artefakte von geringer digitaler räumlicher und farblicher Auflösung, die sich als Quantisierungstrepfen schematisch zu erkennen geben, werden in nicht sichtbare Bereiche verschoben. Und für Akustik gilt das Sampling-Theorem, entwickelt von Shannon und Nyquist: Werden akustische Signale in einer Frequenz abgetastet, die doppelt so hoch wie die Hörgrenze menschlicher Ohren liegt, nämlich bei aktuell 44.100 Hz (der Standard für Compact Discs), können sie (scheinbar) verlustfrei reproduziert werden – unerhört aus Perspektive des Menschen (nicht der Maschinen). Optisches und akustisches Rauschen wird damit durch die Nachbarschaft prägnanter Information maskiert, und Entropie in der Wahrnehmung zur psychotechnischen Funktion. Im Idealfall ist Kompression also nicht direkt sichtbar, doch aus Gründen der Rechen- und Speicherökonomie in *streaming media* wird oft an der Grenze zum doch wieder Wahrnehmbaren kodiert; je weniger Bandbreite für die Übertragung solcher optischer oder akustischer Information zur Verfügung steht, desto mehr offenbart sie sich als Funktion einer Rechenleistung, also Berechnung, als Kalkül, als Modell. Hier zeigt sich der Rechner in seinem operativen Sein.

Der Paläontologe André Leroi-Gourhan prognostizierte seinerzeit (und hier ganz Zeitgenosse McLuhans) für die Epoche jenseits der Dominanz des Alphabets ausdrücklich „das Audiovisuelle“.²²¹ Der Einstieg in Medienkultur aber läuft heute nicht mehr primär über Radio- und Fernsehen, also die Analyse sogenannter AV-Medien, sondern über den Computer als kognitives Werk; sein Appell ruft eine ihn begleitende Medienwissenschaft auf den Plan, die – bei allem Respekt – eine Differenz zu McLuhan bildet, der bei einer Prothesentheorie stehen blieb, derzufolge „alle Medien <..> Erweiterungen bestimmter menschlicher Anlagen“ seien, psychisch oder physisch.“²²² Dagegen steht die Behauptung, daß den Menschen Medien *bilden*; so wird der Mensch zur Botschaft des seiner Kommunikationstechnologien – die Kulturtechnik des Vokalalphabets einerseits und das Messen (des *kosmos*) andererseits.

Paradigmatisch dafür steht ein Schlüsselmoment des Computers als Rechenmaschine. Mathematik hält eine Aufgabe für bewältigt, deren

221 Kapitelüberschrift in: André Leroi-Gourhan, Die Hand und das Wort. Die Evolution der Sprache, Technik und Kunst, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1980

222 Marshall McLuhan / Quentin Fiore, Das Medium ist Massage, Frankfurt 1984 [AO 1967], 26

Unlösbarkeit sie bewies <Du Bois-Reymond 1883: 15>. Dieser Satz war Ausgangspunkt des Computers, denn auch Alan Turing hat seinen Aufsatz *On computable numbers* 1936 unter der Prämisse geschrieben, aufzuweisen, was sich *nicht* von einem Rechner berechnen läßt. Von *computerable numbers* ist noch nicht die Rede, doch indirekt oder nebenbei wurde damit der Computer in seiner Positivität denkbar, als Maschine, welche Positivitäten zu verrechnen vermag: chemische, elektrische, mechanische, akustische, optische, elektromagnetische Teilchen und Wellen, also Welten. Mit dieser Maschine läßt sich alles generieren, transportieren und transformieren, was als Daten verhandelt werden kann. „Auf diese Weise läßt sich der Rechner als Medium nutzen.“²²³ Vom Übertragungsakt, also vom vom Kanal her gedacht, ist der Computer ein Medium, dessen Kanal um die Dimension der Programmierbarkeit erweitert ist.

In Claude Shannons mathematischer Theorie der Kommunikation findet sich eine präzise, wenngleich triviale Definition von „Medium“ im Kontext einer Konstellation, die selbst mehr darstellt als der schicht physikalische Medienbegriff. Er beschreibt die fünf Elemente eines Kommunikationssystems als Nachrichtenquelle, Sender, Kanal, Empfänger und Nachrichtensenke. Der (fast schon syllogistische) *medium term* ist die Mitte: „3. Der *Kanal* ist nur das Mittel (medium), das benutzt wird, um das Signal vom Sender zum Empfänger zu übertragen. Es können ein paar Drähte sein, ein Koaxialkabel, ein Frequenzband, ein Lichtstrahl, usw.“²²⁴ Kanal aber ist nicht nur die Leitung im Raum, sondern auch die Zeit; Zeit als Kanal *alias* aufgespeicherter Überlieferung, archivische Kodierung von Nachrichten an die Nachwelt etwa, gerät damit am Rande mit in den Blick. Erst im Vollzug aber, im Prozeß der Signalübertragung, wird dieses physikalische Medium zu einem „Medium“ im aktuellen Sinn.

In diesem Sinne ist der Computer ein – paradox formuliert – selbstreferentielles Medium, Kanal und autopoietisches Universum zugleich. Definiert man als Medium etwas, das zwischen einem Sender und Empfänger steht, also ein Übertragungskanal oder Speicher, so sind Computer nicht nur Medien, sondern auch Sender und Empfänger, die Nachrichten selbst innerhalb der Grenzen ihrer eingeschriebenen formalen Regelwerke selbst schreiben und lesen, generieren, filtern und interpretieren können.²²⁵

Dem Sender-Empfänger-Modell gegenüber steht der quantenmechanische Informationsbegriff: Er geht vielmehr von der unvordenklichen Kommunikation zwischen verschränkten Teilchen aus.

223 Ralf Schnell, *Medienästhetik. Zu Geschichte und Theorie audiovisueller Wahrnehmungsformen*, Stuttgart / Weimar (Metzler) 2000, 298

224 Claude Shannon, *Ein / Aus*, Berlin (Brinkmann & Bose) 2xxx, 12

225 Florian Cramer, *Executable statements: Das Drängen des Codes an die Nutzeroberflächen*, in: Stocker / Schöpf (Hg.) 2003: 104-109 (109)

Was hier fortfällt, ist (für Medientheorie entscheidend) der zeiträumliche Kanal. Beim *beamen* wird nicht Materie, sondern ihre Information übertragen – verlustfrei, rauschlos. Quantenphysik hinterfragt den seltsamen Befund, daß die Messung (also der eigentlich medientechnische Akt) an einem der beiden verschränkten Teilchen sich auf das andere ohne Ausbreitungsgeschwindigkeit auswirkt; vielmehr ändert sich der quantenmechanische Zustand des zweiten Teilchens unverzüglich, wenn das erste gemessen wird. Doch läßt sich durch solche eine Messung keine tatsächliche Übertragungssicherheit erreichen: „Es ist vielmehr so, dass, wenn wir das erste Teilchen zum Beispiel fragen, ob sein Spin in einer bestimmten Richtung hinaus- oder hinunterzeigt, wir jede der beiden Antworten mit gleicher Wahrscheinlichkeit erhalten.“²²⁶ Immer nur eine oder wenig mehr Seiten des Würfels können Menschenblicke tatsächlich vor Augen haben.²²⁷ Ein Computer, der nicht nur mit seinen aktuellen, sondern auch seinen potentiellen Zuständen zu rechnen vermag, sprengt die gegenwärtigen Leistungsgrenzen der Mikroprozessoren; aus quantenphysikalischer Sicht würde hier die Welt selbst sich rechnen.

Seit 1900 gewähren die Apparaturen Erdmanns und Dodges Einsicht in die Weisen, wie sich der optische Wahrnehmungs-, insbesondere der Leseprozess in unterschiedliche Zeiteinheiten auflösen. Die sogenannte *Krise der Anschauung* als vielfach diagnostizierteres Symptom der Zeit um 1900 läßt sich mit der experimentellen Erforschung des Sehens selber zusammenbringen.²²⁸

Computerarchäologische Urszenen

Um nicht in die Falle einer teleologischen Figur zu tappen, die den Computer zum Gipfel der Mediengeschichte macht, wird die medienarchäologische Perspektive gewählt. Sie geht von der Gegenwart des Computers aus, um sich von ihm rückreichende Fragestellungen vorgeben zu lassen.

In einem rekursiven Blickwinkel geraten auch Kulturtechniken wie etwa das Alphabet ins Blickfeld der medienarchäologischen Analyse, als die von den programmierbaren Medien aufgeworfene (Rück-)Frage nach der Autonomisierung symboltechnischer Operationen.

Doch weder die technische Apparatur noch die Code-Wörter allein, sondern erst ihr zeitkritisches Zusammenwirken begründet *computing*. Technische Erfindungen sind zumeist kontingent; der spätere Verlauf

226 Anton Zeilinger, Einsteins Schleier. Die neue Welt der Quantenphysik, München (Beck) 2003, 88 f.

227 Maurice Merleau-Ponty, Das Sichtbare und das Unsichtbare [FO 1959], München 1986, 259 f.

228 Eine These von Philipp von Hilgers (Berlin)

einer Technologie täuscht über deren Anfänge hinweg.²²⁹ Die zeitkritische Berechnung der Zündung von Wasserstoffbomben, die zur spezifischen Konfiguration der seitdem gültigen von-Neumann-Architektur des speicherprogrammierbaren Computers geführt hat, ist ihm strukturell damit auch heute noch eingeschrieben.

Medientheorien meinen nicht nur den theoretischen Blick auf Medien, sondern auch Medien selbst als Operationalisierung von Theorie (Turing 1936). Es gibt Erkenntnisgegenstände, die überhaupt erst von der Kopplung aus Theorie und technischem Medium generiert werden – wirklich *medienepistemische* Dinge (im modifizierten Sinne Rheinbergers). Damit setzt sich der Computer als privilegiertes Objekt von Medientheorie in Szene, denn in ihm schlägt die abendländische *theoría* als spezifische Form der Betrachtung und Formalisierung des Denkens – mithin des Intelligiblen – in die Materialität eines technischen Mediums um.

Der Computer ist eine tatsächlich theoriegeborene Maschine. Im Falle der Turingmaschine wurde aus universitärer Wissenschaft selbst eine Produktivkraft. Nur so läßt sich das tatsächliche Maschinenwerden des mathematischen Algorithmus erklären: von Hilberts mathematischem Entscheidungsproblem zu Turings Antwort von 1936 als tatsächlicher Papiermaschine „On computable numbers“.

Rechnende Medien haben selbst bereits theoretisches Wissen und repräsentieren es nicht bloß. Turing beschreibt, wie zu jedem gegebenen Zeitpunkt (also „Datum“, diskret) genau ein Feld des unendlichen Bandes „in der Maschine“ ist. „Das `abgetastete Symbol´ ist das einzige, dessen sich die Maschine sozusagen `direkt´ bewußt´ ist“²³⁰. Diese Maschine hat nicht nur metaphorisch Bewußtsein; die Anführungszeichen aber artikulieren epistemologische Unsicherheit. „So meint beispielsweise die Formulierung ‚die Maschine *weiß* usw.‘, daß eine von vielen möglichen Resultaten ihrer Rechnungen entstanden und eine bestimmte Veränderung in ihrer Mechanik eingetreten ist, durch die sich gezwungen wird, die Berechnung im folgenden in einer bestimmten festgelegten Weise fortzusetzen.“²³¹

Antike *theoría* und die Krise der mathematischen Anschauung (Hilbert)

229 Stefan Heidenreich, Flipflop. Digitale Datenströme und die Kultur des 21. Jahrhunderts, München (Hanser) 2004, 22

230 Turing 1937 / 1978: 20; im englischen Original in Anführungsstrichen "aware"

231 Charles Babbage, On the mathematical powers of the calculating engine, zitiert nach: Bernhard Dotzler (Hg.), Babbages Rechen-Automate, Wien / New York (Springer) 1996, 9

Theorie als „Anschauung“ betrifft die beiden Aspekte des Medienbegriffs: die physikalische Materialität einerseits (Licht als „Dazwischen“ im Sinne von Aristoteles), und die logische, also mathematisierbare Verfaßtheit technischer Medien andererseits. Die sogenannte *Anschauungskrise* in der Mathematik vor hundert Jahren betrifft auch die Medientheorie, insofern erst auf dem Umweg der radikalen Abstraktion von mathematischen Symbolwelten die Turing-Maschine gefunden wurde. Hilberts These ist, daß alles, was reine Theorie oder wissenschaftliche Logik ist, der Mathematik verfällt. Medientheorie aber erinnert an die Verunreinigung aller Theorie im Moment ihrer operativen Implementierung – das Umsetzen eines Algorithmus in das Programm einer weltlich realen Computerarchitektur.

Der Gipfel der abendländischen Betrachtung ist die *theoría*, und der Computer ist deren letzte Konsequenz: eine Konsequenz des algorithmischen, prozessualen, selbst den Irrtum noch regelhaft (Shannons Labyrinth) und logisch (Descartes' *Discours de la methode*) durchführenden Denkens, eingebrannt nun in Silicon und Hardware.²³² Es geht um Methode, nicht um Verstehen. Wahrnehmungstechnisch heißt dies umzuschalten auf eine Lektüre, die Zeichen als Signale liest, ohne vorab schon Bedeutung zu suchen – der kalte Blick des Scanners. Bleibt das erstaunliche Umstand, daß auch der archäologische Blick der Medientheorie, um argumentieren zu können, um Verstehen wirbt.

Angenommen, ein Gedächtnis geht (im Menschen oder in Institutionen oder in Maschinen) schlagartig verloren. Bleibt die Möglichkeiten, Textbaustellen wie diese hier ohne Kenntnis des semantischen Kontextes weiter zu verketteten, nach rein formalen Kriterien, als Syntax zweiter Ordnung, zugänglich für maschinelles Lesen? Frege hat die von ihm kreierte *Begriffsschrift* einmal so charakterisiert: „Wie der Name andeutet, sind ihre Urbestandteile nicht Laute oder Silben, sondern Schriftzeichen“²³³, ein Kalkül „ohne musikalische Zutat“ (Bense ebd.), also völlig losgelöst vom Vokalalphabet. Es war Leibniz, der in seiner kalkülisierenden Kombinatorik und „leibnizische<n> Reduktion des Geistes auf die Form“²³⁴ einen Universalrechner dachte. In einem Hybrid aus distanzierter Latein und vertrauter Landessprache ist die grammatische Form selbst die Botschaft seines kombinatorischen Denkens und damit ein medienarchäologisches Monument: „In Philosophia habe ich ein Mittel funden, dasjenige was Cartesius und andere per Algebram et Analysin in Arithmetica et Geometria gethan, in allen scientien zuwege zu bringen per Artem Combinatoriam, welche Lullius und P Kircher zwar excolirt, bey weitem in solche deren intima

232 "Die Geburt der Fiktion im Rahmen der griechischen Wissenschaft nach ihrer algorithmischen Seite". Gastvortrag von Gerald Wildgruber (Forschergruppe "Bild-Figur-Zahl" an der Universität Basel), am Seminar für Medienwissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin, 28. Januar 2004

233 Hier zitiert nach Bense 1998: Bd. 2, 253

234 Bense 1998: 254

nicht gesehen. Dadurch alle Notiones compositae der ganzen welt in wenig simplices als deren Alphabet reduciert, und aus solches alphabets combination wiederumb alle dinge samt ihren theoremâtibus, und was nur von ihnen zu inventiren mûglich, ordinata methodo, mit der zeit zu finden, ein weg gebahnet wird. Welche invention, dafern sie wils Gott zu werck gerichtet, als mater aller inventionen von mir vor das importanteste gehalten wird, ob sie gleich das ansehen noch zur zeit nicht haben mag.“²³⁵ Dieses Ansehen kommt mit dem Computer zustande, als operative *ars combinatoria*.

Der Erfinder Palamedes aus Euböa soll dem altgriechischen Mythos zufolge (wie Theuth in Ägypten laut Platon) nicht nur die Buchstaben des Alphabets, sondern eben auch die Zahlen entdeckt haben – eine fortschreitende Befreiung von kultureller Semantik und kultischen Konnotationen als Werk, an dem besonders die Koemergenz, die Allianz von Schrift und Mathematik epistemologisch prägend ist. „Aus Symbolen mit dehnbaren Implikationen wurden Zeichen, wirkliche Werkzeuge im Dienste eines Gedächtnisses, in das die Strenge des Rechnens Eingang fand.“²³⁶ Mit dem griechischen Vokalalphabet wurde fast von Beginn an nicht nur Poesie aufgeschrieben (Homes Epen), sondern auch Mathematik kalkuliert – die Grundlage für das Gedanken- als Rechenexperiment von Leibniz' Kalkül *Apokatastasis panton*. Novalis denkt die Denkmaschine weiter: „Am Ende ist die ganze Mathemat[ik] gar keine besondre Wissenschaft – sondern nur ein allgem[ein] wissenschaftliches Werckzeug [...]. Sie ist vielleicht nichts, als die [...] zu einem äußern Object und Organ, gemachte Seelenkraft des Verstandes – ein realisirter und objectivirter Verstand. Sollte dieses vielleicht mit mehreren und vielleicht allen Seelenkräften der Fall seyn – daß sie durch unsere Bemühungen, äußerliche Werckzeuge werden sollen? [...] Das System der Wissenschaften soll symbolischer Körper (Organsystem) unsers Innern werden – nicht in uns, aber außer uns.“²³⁷ Mathematik *ist* also schon Maschine, wie sie Alan Turing zur „intelligent machinery“ entwickeln wird.

Der Computer als „die selbstlose Maschine“ (Gerald Wildgruber) ist die spezifische Ausprägung der abendländischen Erkenntnisform Theorie, wie sie notwendig in der Konvergenz von Idealität und Materialität resultiert. Aus medienwissenschaftlicher Sicht ist solch ein kulturtechnischer Mechanismus *operativ*, im Unterschied zum theaterwissenschaftlichen Begriff kultureller Performanz; „operativ“ meint hier diskret-mathematisch *versus* kontinuierlich-körperlich.

235 Leibniz, Gottfried Wilhelm: Die philosophischen Schriften. Hrsg. v. C. J. Gerhardt, Erster Band. Hildesheim 1965, 57f.

236 Leroi-Gourhan, André: Hand und Wort. Die Evolution von Technik, Sprache und Kunst Frankfurt am Main ³1984, 253

237 Novalis (Friedrich v. Hardenberg): Das Allgemeine Brouillon, in: Schriften Bd. 3, Das philosophische Werk II, hrsg. v. Richard Samuel, 251f.

Herbert Minkowsky sah keine Differenz zwischen Bedeutung und Zahlen (*Geometrie der Zahlen*, 1897), und David Hilberts Metamathematik stellt ein strikt formales Verfahren dar, in der nicht die Veranschaulichung durch geometrische Figuren im Vordergrund steht. Jenseits des optischen Paradigmas von *theoría* gelten algebraisch-syntaktische statt geometrisch-anschauliche Operationen.

Ontologisch unentscheidbar bleibt die alte platonische Frage, die auch Leibniz antreibt: Ob es möglich ist, „gerade durch das Medium der Zahlen das Wesen der göttlichen Weltordnung intuitiv erfaßt zu haben“. So erklärt Oswald Spengler im Eingangskapitel seines Werks *Untergang des Abendlandes* (1923), das unter dem Titel „Vom Sinn der Zahlen“ steht, die Zahlen selbst zum Medium von Welterkenntnis – aber nicht zur Welt selbst.

Theoría ist für Hilbert nur das, was abstrakt, axiomatisch vorliegt. Hilbert strebt nach der Reinigung von allen Resten der Anschauung, um erst dann daraus ein „Bild“ machen. Einsicht, gefiltert durch Mathematik, erkennt: Alles ist Zahl. Einmal gereinigt vom Zeichenbegriff, sind Zahlen mechanisierbar, sinn-entlehrt, reine Symbole; der algorithmische Kalkül ist damit deligierbar an Automaten. Metamathematik meint implizit Medientechnik. Hilbert schlägt vor, die zeichenförmige Medialität der Mathematik in eine sinnlose figurale Konstellation (also eher Diagramm denn „Bild“) umzuwandeln. Sein Schüler Bernays verwendet tatsächlich statt des Zeichenbegriffs in der Mathematik die diagrammatische „Figur“, denn diese suggeriert keinen Verweischarakter, wie es Semiotik immer schon unterstellt.

In kleinsten Partikeln konvergieren abstrakte Zahl und Körper. Sand am Meer steht für unendlich viele kleinste, atomare Teilchen (und das Meer selbst für das Rauschen). Medium und Form aber gehen hier, frei nach Fritz Heider (der Dinge und Medien physikalisch trennt) und Niklas Luhmann (der diese Differenz zur relativen Funktion einer Beobachtung macht), ineinander über. Gerechnet (buchstäblich „kalkuliert“) wurde in der griechischen Antike mit *pséphoi*, kleinen Steinchen (die lateinischen Kieselsteine namens *calculi*). Die Versenkung der Zahl in die Dinge meint buchstäblich, in Sand zu schreiben und damit einer losen Kopplung von Materie Form, Information zu verleihen.

Die Systemtheorie definiert Massenmedien als die Selbstbeobachtung der Gesellschaft *par excellence* und meint damit deren publizistische Performanz²³⁸; eine Beobachtung genuin technischer Ordnung aber geschieht permanent durch Audio- und Videoüberwachung. Aus der kühlen kybernetischen Sicht sind dies nicht menschliche Nachrichtenredakteure, sondern jene Kameras, die ihrerseits an einen

238 Siehe Wolfgang Hagen, *Gegenwartsvergessenheit*: Lazarsfeld, Adorno, Innis, Luhmann, Berlin (Merve) 2003

geschlossenen technischen Kreis von *monitoring* angeschlossen sind, gelten als Beobachter. Das Berliner *Formatlabor* installierte eine Digitalkamera im Weimarer Workshop *Was ist ein Medium?* (Dezember 2005) selbst – als Bruch der vereinbarten akademischen Diskursregel im Sinne des Themas zum Zweck der zeitversetzten Teilnahme im Internet.²³⁹

Ranulph Glanville nimmt das Beispiel eines Experimentalsystems, das den Beobachter durch Ablesung verschiedener Zwischenwerte immer wieder zu Modifikationen der Anordnung bewegt. Glanville beschreibt konkret das wissenschaftliche Experiment in der Optik, mit dessen Hilfe man die Brennpunkte einer Linse findet. Der Wissenschaftler als Beobachter stellt auf dem Labortisch Linsen, Lichtquelle und Schirm zum „epistemischen Ding“ (Rheinberger) zusammen. „Das Bild auf dem Schirm ist sehr unwahrscheinlich, wenn es im Brennpunkt einsetzt.“²⁴⁰ Das Verhalten des Experiments beobachtet den Beobachter selbst: „Es ist kein Versuch der Anthropomorphisierung, wenn ich einem Apparat die lebensähnlichen oder animistischen Qualitäten zuschreibe, die ich auch dem Beobachter der Maschine zuschreibe.“²⁴¹ So haben auch technologischen Medien ein theoretisches „Wissen“ ihrer selbst; die getakte Uhr zumal, die dem Experiment das Datum als Bedingung für Daten zuweist. Darin liegt Welthaftigkeit: „Physikalische Größen beschreiben Eigenschaften von Gegenständen, Vorgängen oder Zuständen, für die ein Meßverfahren existiert“²⁴²; das Messen einer Größe bedeutet „Feststellen des Zahlenwertes, der angibt, wie oft die zugehörige Einheit in der zu messenden Größe enthalten ist“²⁴³. Nur dann ist ein Meßprotokoll möglich, ein *recording*, das im Rahmen der Quantenphysik für Welt(er)kenntnis selbst konstitutiv ist. Messung meint *Medientheoría* als Mathematisierung.

Mathematische Theorie wird anschaulich in der Geometrie. Deren medienarchäologischen Anfänge beschreibt Michel Serres anhand des altgriechischen Gnomon, des Schattenstabs. Landläufig bezeichnet er den Zeiger der antiken Sonnenuhr; Serres aber beschreibt ihn als medienepistemisches Ding: „Der Gnomon oder die Sonnenuhr dient weniger dazu, die Uhrzeit anzugeben, [...] als vielmehr dazu, ein geometrisches Modell des Universums zu konstruieren“²⁴⁴; Eratosthenes etwa vermag damit im ptolemäischen Ägypten die Erdkrümmung zu bestimmen, und Geometer verwenden es als Winkelmaß. Wörtlich bedeutet *gnomon* tatsächlich einen Beobachter: etwas Wahrnehmendes,

239 <http://www.formatlabor.net/Mediendiskurs>

240 Glanville 1988: 203

241 Ranulph Glanville, *Objekte*, Berlin (Merve) 1988, 204

242 Göbel et al. 1972: 9

243 Göbel et al. 1972: 30

244 Michel Serres, *Gnomon. Die Anfänge der Geometrie in Griechenland*, in: ders. (Hg.), *Elemente einer Geschichte der Wissenschaften*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1995, 109-176 (120)

etwas Bestimmendes, „bezeichnet dabei aber stets ein Objekt“ (ebd.). Thomas L. Heath nennt es „a thing enabling something to be known, observed or verified“ (zitiert ebd.). So ist dieses Artefakt ein Medium des Gewußtwerdens. Die Technizität dieses epistemischen Dings liegt in seiner Automatik: Es liefert Daten automatisch, „ohne bewegendes Subjekt: maschinelle Erkenntnis“²⁴⁵. Anders als ein auf das benutzende Subjekt bezogene Werkzeug oder Instrument ist der Gnomon ausdrücklich eine Maschine: „Der Gnomon verwirklicht eine der ersten automatischen Erkenntnisse der Geschichte, die erste Apparatur, die Materielles und Logisches, Hardware und Programme vereint“ (ebd.) - womit Serres hier Gnomon und Computer nicht mehr trennt. Tatsächlich handelt es sich bei dem, was auf den ersten Blick wie ein Analogcomputer erscheint, um eine Präfiguration des endlichen Automaten, der Funktionen mit zeitlich variablen Abläufen prozessiert, als Kombination eines aktuellen Inputs mit dem Wissen des Ablaufs vorheriger Inputs, festgehalten in Tabellen.²⁴⁶ „Hier das Gedächtnis, dort der Gnomon“²⁴⁷; beide Seiten korrelieren.

Medientheorie operiert nicht allein auf der objektlosen Ebene des Zustandekommens von Information, sondern ebenso auf der medienarchäologischen Ebene, d. h. Sie fragt nach dem Verhältnis von technischem Artefakt (etwa das technische Bild oder der elektroakustische Ton) und Erkenntnis.

Psephoí, calculi – auch die Turing-Maschine bedarf der Einschreibefläche zur Zwischenspeicherung von Symbolen, um zu operieren. Nun ist Turings Bild vom endlosen Band, dem Symbole eingeschrieben und ausgelesen werden können wie aus einem Eisenbahnnetz, schon in G. W. F. Hegels Begriff von Gedächtnis im Unterschied zur Erinnerung angelegt, insofern es ausdrücklich *mechanisches* Gedächtnis ist: „Ich, welches dies abstrakte Sein ist, ist als Subjektivität zugleich die Macht der verschiedenen Namen, das leere Band, welches Reihen derselben in sich befestigt und in fester Ordnung behält.“²⁴⁸ Reine Äußerlichkeit der Inskription, reine Syntax; insofern ist der Computer eine Gedächtnismaschine. Korrespondierend mit der „Krise der Anschauung“ (Hans Hahn) in der Göttinger Schule der Mathematik Anfang des 20. Jahrhunderts, welche das Logisch-Formale strikt vom Inhaltlichen trennt, ist ihm das Gedächtnis der „Mechanismus der Intelligenz“²⁴⁹. Hier wird einerseits das Zeichen erinnert, in die Intelligenz aufgenommen –

245 Serres 1995: 122

246 Siehe Daniel Hillis, Computerlogik. So einfach arbeiten Computer, München (Goldmann) 2002, über Endliche Automaten, 44ff

247 Serres 1995: 122

248 Hermann Glockner, Hegel-Lexikon, A-Leibniz, 2. Aufl. Stuttgart (Frommann) 1957, 702, unter Bezug auf Bd. 10 der Jubiläums-Ausgabe von Hegels Werken, 356

249 Bd. 10: 236

andererseits dieser eben dadurch die Form eines Äußerlichen, Mechanischen gegeben“²⁵⁰.

Anschauungskrisen zum Zweiten: Signalwelten

Die malerische Perspektive ist einerseits – ganz altgriechisch – von der Geometrie, doch mit der Neuzeit von der vollständigen Kalkülisierung des Sehfeldes her gedacht. Von operativer Bedeutung ist hier, „daß dabei die Verbindung von Schrift und Zahl zugrunde liegt und nicht die von Schrift und Bild, also Geometrie. So betrachtet, fällt Albertis Linearperspektive in den Bereich des Berechnens – kein `iconic turn´ fällt ab für die Renaissance.“²⁵¹

Das bis Kant gültige Theorie-Paradigma der *Anschauung* wird in dem Moment, wo ihre Objekte nicht mehr primär visualisiert, sondern referenzlos innermathematisch errechnet werden, in Diagrammatik überführt – Hilberts Theorem einer mechanischen Mathematik, die Alan Turing dann an eine ideale Maschine delegiert.

Und so meint der aktuelle Begriff *engine* nicht mehr mechanische Hardware, sondern Software im Computerspielbereich: 3-D-*engines*, Texturgeneratoren, die *physical engine* zur Simulation (nicht Emulation) von Gravitationseffekten im rechnenden Raum selbst.

Als Computer realisiert, kehrt also die anschauungslose Welt der Kalküle als sekundäre Visualisierbarkeit computergraphisch und in Programmen wie Matlab wieder anschaulich ein (auch schaltungstechnisch also ein *re-entry*). Alle *imaging sciences* geben zu Sehen, was reiner *Datenraum* ist. Jedes operative Beispiel aus und mit *MatLab* (das ja gerade nicht etwa „MathLab“ heißt, sondern sich auf Matrizenrechnung konzentriert) zeigt es als „Demos“, „Graphics“, „Vibrating Logo“: Solche Operationen sind *time-dependent* und unterscheiden die mathematische Maschine von Mathematik auf Papier; eine dort lediglich aufgezeichnete Formel zeichnet nicht aus eigener Kraft schon ein Quadrat (erst im diagrammatischen Vollzug des Lesers).

Zu Claude Shannons nachrichtentechnischer Absicht von semantischen Aspekten der Kommunikation gesellt sich damit eine epistemologische Parallele: „In Hilberts formaler Axiomatik wird auf eine semantische Interpretation der Grundbegriffe verzichtet.“²⁵² Medienarchäologische Theorie gründet damit ebenso in der Physik der Ingenieure wie der

250 Bd. 10: 352?

251 Rose-Marie Gropp, in ihrem Bericht „Der Ursprung der Pixel im Biedermeier“, zu Friedrich Kittlers Vortrag *Das errechnete Bild* im Rahmen der Vorlesungsreihe *Das neue Bild der Welt*, Felix Burda-Gedächtnis-Vorlesung, München, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 161 v. 15. Juli 2002, 31

252 Heintz 1995: 65

Modellierung von Mathematik. Die nicht-inhaltistische Medienwissenschaft ist keine flache Differenz gegenüber Massenmedienforschung, sondern gründet in Hilberts formalistischer Direktive: „Das inhaltliche Schließen wird durch ein äußeres Handeln nach Regeln ersetzt“²⁵³ - mediendramaturgische Logik.

Letztendlich heißt dies, auch den Akt des Lesens auf seine mechanische Komponente hin zu verschlanken – alphabetische, also elementare, sto(i)chastische Lektüre als wahrscheinlichkeitsbasierte Versammlung von Buchstaben statt Hermeneutik. „Verstehen heißt *Berechnen*“²⁵⁴ - „und nicht mehr Sehen“, ergänzt Bettina Heintz²⁵⁵, was dem medienarchäologischen Blick entspricht. Der nicht mehr anschauliche Blick korrespondiert mit dem kalten Blick in der Definition Ernst Jüngers, jenem „zweiten Bewußtsein“, das ein Effekt des distanzierten Kameraobjektivs ist und damit einen neutralisierten Blick des Mensch-Subjekts auf sich selbst als Objekt erlaubt – die von Kant angedachte und von Foucault diagnostizierte empirisch-transzendente Doublette namens Mensch, genuin medienanthropologisch gewendet.²⁵⁶

Einleitend heißt es in einer wissensarchäologischen Fundierung digitaler Bildverarbeitung unter der Überschrift „Aufnahmesysteme“ (statt Aufschreibesysteme): „Der Mensch ist versucht, Bilder aus seiner individuellen Sicht zu bewerten, d. h., sein Auge als den absoluten Qualitätsmaßstab zu nehmen.“²⁵⁷ Widerstehen wir dieser Versuchung mit medienarchäologischer Askese. Gewiß gibt es Luftbildauswertungsoperationen, die vom menschlichen Auge schneller oder gar erkennender als durch den maschinellen Blick geleistet werden, doch „die Tendenz der Photogrammetrie und Fernerkundung geht heute eindeutig dahin, die Bildauswertung soweit wie möglich dem Digitalrechner zu überlassen (*machine vision*).“ Womit das Sehen nicht mehr Privileg neurobiologischer Organismen ist, sondern der Neuroinformatik anvertraut werden kann.

„Die freie Visualisierung, die von den Computern an die Stelle der Anschauung gesetzt ist, kann der Begriff ‚Bild‘ kaum noch fassen.“²⁵⁸ Dazwischen steht Gustave Courbet mit seiner Einsicht: „Il n’y a pas de

253 David Hilbert, Über das Unendliche [1925], in: ders., Hilbertiana, Darmstadt 1964, 95

254 Walter von Dyck, Die Enzyklopädie der Mathematischen Wissenschaften, in: Jahresbericht der Deutschen Mathematiker-Vereinigung, 17 (1908), 227

255 Heintz 1995: 48

256 Ernst Jünger, Über den Schmerz (1934); dazu Anton Kaes, The Cold Gaze. Notes on Mobilization and Modernity, in: New German Critique No. 59, Spring / Summer 1993, 105-117

257 H.-P. Bähr (Hg.), Digitale Bildverarbeitung, Karlsruhe 1991, Kapitel 1

258 Gropp, a. a. O.

point de vue“; mit der Multiperspektivität (und gar n -dimensionalen Räumen) zerfällt auch die okularzentrische Theorie.²⁵⁹

Rechnen mit handgelegten Steinen, also das buchstäblich *Kalkulieren*, ist abzählbar; die Verfahren eskalieren zu realer Differenzierung (verschiedene Steingrößen für verschiedene Sammelmengen) und nach der indischen Praxis schließlich zur positionalen Differenzierung: *eine* Sorte von Zählsteinen auf Zähltafeln.²⁶⁰ Plötzlich wird aus der Materialität der abzählbaren Steine eine relative Anzeige, der Umschlag von Materie zu Logik.

Die Dichotomie von Materie und Mathematik läuft auf die Spannung des Medienbegriffs zwischen Analogem und Digitalen hinaus, als Verstehen der Eskalation einer Medienkultur der Gegenwart gegenüber der klassischen (Medien)Welt. Diese Spannung steht im Feld zwischen Nostalgie nach physikalisch faßbaren Medienprozessen und der Faszination, daß es gelungen ist, der Materie selbst Information aufzuzwingen. Das Digitale läßt sich medientheoretisch fassen: „Denn „das Digitale“ gibt es nicht, zumindest nicht in einem substanziellen Sinn. Es ist vielmehr ein *Medium*, als dessen *Form* so verschiedene Phänomene wie Töne oder Bilder [...] erscheinen können. [...] Was sich verbraucht, was verblaßt, verfällt und verstummt, ist nur die analoge Materialität des digitalen Mediums wie Tinten, Beton oder Klänge.“²⁶¹

Dieses sich verbrauchende Materielle liefert einen Wiederanschluß, eine Reprise und Ergänzung zu „Flusser’s noise“ - die Kreide seiner Tafelschrift. Wenn jede Optik des Sinns ausgeschlossen wird, zählt allein die „Kontur des mathematischen Zeichens“ (Hilbert). Unter Abzug der Sinn-Vermutung wird die mathematische Operation materiell - bis hin zu den Kreideresten auf der Tafel. Solche Reste erhört das medienarchäologische Ohr; Medientheorie hört „Flusser’s noise“ (Anthony Moore) aus den 35 Cassetten mit Tonbandmitschnitten der Bochumer Vorlesungen des Medienphilosophen Vilém Flusser (Sommersemester 1991) heraus. Vilém Flusser selbst hat es im Kontext des informationstechnischen Signal-Rausch-Verhältnisses thematisiert: „Wenn ich mit der Kreide einen Strich an eine Tafel zeichne, dann habe ich ein Phänomen vor mir, dessen Vorhandensein ich „objektiv“ feststellen kann - ich kann es wiegen und messen. [...] Zum Beispiel kann ich sagen, eine der Ursachen dieses Strichs sei die Kreide. Ich kann

259 Dazu der Beitrag von Michael Diers / Bärbel Hedinger, z. B. (Dampf-)Wolken. Von der Natur der Industrie in Bildern des Impressionismus nebst einer Allegorie, in: Hans Ottomeyer / Sabine Beneke (Hg.), Die zweite Schöpfung. Bilder der industriellen Welt vom 8. Jahrhundert bis in die Gegenwart, Ausstellungskatalog Berlin (Deutsches Historisches Museum) 2002
260 Manfred Sommer, Vom Sammeln. Ein philosophischer Versuch, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1999, 367ff
261 Claus Pias, Von Platten zu Plättchen, in: Zinsmeister (Hg.) 2002: 115-127 (125)

also von diesem Strich auf die Kreide schließen, selbst wenn diese Kreide selbst nicht mehr vorhanden sein sollte. In diesem Sinn [...] ist er ein „Symptom“ der Kreide. [...] Wechsle ich jedoch meinen Standpunkt zum Strich [...], dann sehe ich plötzlich in ihm nicht Kreide, sondern einen Gedankenstrich oder ein Minuszeichen, je nach der Konvention, die aus dem Strich ein Symbol macht. Es wird mit einem Schlag gleichgültig, daß der Strich an der Tafel steht und von Kreide verursacht wurde. Er könnte ebensogut auf einem Blatt Papier stehen und von einem Bleistift verursacht sein und würde genauso eine Pause zwischen Worten oder eine arithmetische Operation / bedeuten. Um Symbol sein zu können [...] muß es sich natürlich um einen Strich handeln, und er daher irgendeine Ursache vom Typ „Kreide“ oder „Bleistift“ haben. Aber diese kausale Erklärung des Strichs hat mit seiner Bedeutung als Symbol nichts zu tun. Der Zusammenhang zwischen Symbol und seiner Bedeutung wird nicht durch eine Kausalkette, sondern durch eine Konvention geschaffen.“²⁶²

Wirklich nicht? Es besteht eine quantenmechanische Verbindung zwischen der Spur des Materials und der symbolischen Bedeutung. Szilard u. a. (etwa Norbert Wiener) haben definiert, daß für die Informationsverarbeitung solche entropieanfälligen Reste nicht zählen, sobald sie operativ unter einen subkritischen Bereich fallen.

Und welches Status hat die akustische Spur des Kreidestrichs auf *tape* – an dem nicht hörbar ist, ob er einen Kreis oder Strich oder Buchstaben zeichnete?

Ein (Bei)Spiel der Interferenz von symbolischer und materialer Ebene: „Der Barcode, der auf Verpackungen gedruckt ist, besteht aus Papier und Tinte. Diese Materialität ist sein entropischer oder `analoger´ Teil, der vergilben und zerfallen mag“ - wie Urkunden in Archiven. „Zugleich kann aber Information (nicht-entropisch, digital) an ihm beobachtet werden, die dann jedoch wiederum materiell (d. h. Analog und entropiebehaftet) gehalten werden muss – bspw. in Speicherchips oder Röhren, deren Materialität ebenso hingällig ist.“²⁶³

Dieser Satz klingt nun in der Tat metaphysikverdächtig, als Fortschreibung der platonischen Ideen-Welt ins Reich des Digitalen, und erinnert nicht weniger an die Materialfeindlichkeit der Systemtheorie. Mit einem gewissen Recht beschreibt Pias die Loslösung des Digitalen vom Analogen gerade dadurch, daß Information (streng nach Shannon / Weaver) indifferent gegen ihre Form ist. Sehr performativ, *im Medium reflektierend*, schreibt Pias weiter: „Information bleibt unberührt von der Materialität ihres Erscheinens erhalten, so wie dieser Text die gleiche

262 Vilém Flusser, *Kommunikologie*, hg. v. Stefan Bollmann / Edith Flusser, Frankfurt/M. (Fischer) 1998, 250

263 Claus Pias, *Elektronenhirn und verbotene Zone. Zur kybernetischen Ökonomie des Digitalen*, in: Schröter / Böhnke (Hg.) 2004, 295-xxx (307, Anm. 33)

Redundanz auf dem Bildschirm des Verfassers wie auf den Buchseiten in der Hand des Lesers hat“ <ebd., 120>. Demgegenüber hat Michel Foucault in seiner Debatte mit Jacques Derrida bekanntlich auf „dieses Papier, diese Hände“ verwiesen, also die buchstäbliche schreib- und körpertechnische Grenzen des Zweifels, des Traums und des Wahnsinns in Descartes' *Meditationen*²⁶⁴; auch der medienarchäologische Akzent insistiert auf der kulturwissenschaftlich wohlvertrauten Vermutung, daß keine reine Medialität je ohne die Spur ihrer Verortung im Materialen je zu denken ist – d. h. Wenn aus intelligibler Information tatsächlich Prozesse von Kommunikation werden sollen. Selbst wenn David Hilbert die ganze Mathematik auf „Tintenstriche auf Papier“ reduzierte, ist da immer noch die Schriftspur auf einem physikalisch realen Träger.

Auch in diesem Zusammenhang kommt *Medientheorien*, ins Spiel: „Daß alle Information indifferent gegen die Materialität ihrer Verkörperung ist, heißt jedoch umgekehrt nur, daß alle ihre Instantiationen oder Fälle sich opak gegen einen Blick verhalten, der Information selbst zu sehen sucht.“²⁶⁵ Kann man ein Bit sehen? Sehen kann man etwa den Zustand eines Schalters, der wahlweise auf Ein oder Aus geschaltet ist. Insofern ist das Bit Materie geworden.

Schreibt sich hier kulturarchäologische die Rechtsfiktion der zwei Körper des Königs (eines politischen und eines physischen) fort, oder wird diese Rechtsfiktion der englischen Renaissance von neuen Kulturtechniken oder Mechaniken deplaziert? Daß Medientheorie sich hier nicht mit einer vorschnellen Dichotomisierung von Materie einerseits und Information andererseits zufriedengeben kann (welche einem vertrauten Diktum Norbert Wieners zufolge weder Energie noch Materie ist), scheint schon in einem Text von Roland Barthes über den Strukturalismus auf, der seinen Worten zufolge einen Raum zwischen Physik und Mathematik aufdeckt: „Zunächst offenbart er eine neue Kategorie des Objekts, die weder das Reale noch das Rationelle ist, sondern das *Funktionelle*.“²⁶⁶ Hier kommt nun eine spezifische Form des *theorein* ins Spiel, die in Sicht zu nehmen Objekt von Medientheorien ist. Der „strukturelle Mensch“, so Barthes, nimmt unablässig nicht so sehr feststehende, endgültige, „wahre“ Bedeutungen als vielmehr „den Schauer einer ungeheuren Maschine“ wahr – Objekte, insofern sie *gemacht* worden sind. Diese Theoretik zielt auf das, was Barthes das Intelligible nennt. Wenn es erlaubt ist, hier ein wenig mit den Worten zu spielen, wäre dieser Mantik

264 Michel Foucault, *Mein Körper, dies Papier, dies Feuer*, in: *kultuRRRevolution* Nr. 27, August 1992, 31-41, und Nachwort d. deutschen Übers. Rüdiger Campe, 42-45 (bes. 44)

265 Pias 2002: 126

266 Roland Barthes, *Die strukturalistische Tätigkeit* [*1964], in: *Kursbuch* 5, Mai 1966, 190-196; hier zitiert nach dem Wiederabdruck in: Annett Zinsmeister (Hg.), *Plattenbau oder Die Kunst, Utopie im Baukasten zu warten*, Ausstellungskatalog Karl-Ernst-Osthaus-Museum Hagen 2002, 129-135 (133)

eine medientheoretisch akzentuierte, insofern auch von der rein funktionalen Informatik unterschiedene *Informantik* abzuleiten.

Zur Materialität der mathematisierten Medien

Im Namen einer nicht nur Hardware-melancholischen oder metaphorischen Medienarchäologie als spezifischer Subdisziplin von Medientheorie gilt es daran zu erinnern, daß sich auch mathematische Operationen immer in Materialitäten abspielen, mithin also in reale Materie implementiert werden müssen, um wirkungsmächtig zu sein – wo sonst etwa begänne Musik im Unterschied zur universalen Akustik, oder das Bild im Unterschied zu reinen Funktionen von x- und y-Koordinaten. Der Begründer der modernen symbolischen Logik, George Boole, hat es in *An investigation of the laws of thought* 1854 einleitend so beschrieben: „Our views of the science of Logic must materially influence, perhaps mainly determine, our opinions upon the nature of the intellectual faculties.“²⁶⁷

Im Begriff der physischen Realisierbarkeit liegt schon die Mechanisierung als Spur angelegt. Oder anders – mit Novalis – formuliert: „Die Theorie der Theorie ist Eins mit der Theorie der Praxis. Sie wird nur umgekehrt“²⁶⁸ – und damit der Computer.

Entscheidend ist, daß für Boole – wie später für die Nachrichtentheorie Claude Shannons – nicht die Semantik, sondern die technische Verknüpfung der Symbole *zählt* buchstäblich und wird damit rechenbar. Die Grenzen der Berechenbarkeit liegen vielmehr in der Theorie, wie sie Novalis in seinen Fichte-Studien formulierte: „Nie wird eine Theorie bestimmen können, ob Tugend oder Laster preferabler ist – sie kann nur ordnen – Denkformen aufstellen.“²⁶⁹

Medientheorie schaut medienaffin, geradezu mediensympathisch auf ihre Objekte, d. h. Vom Medium her, und dies mit dem kalten Blick von Shannons Kommunikationsbegriff: „Die semantischen Aspekte der Kommunikation stehen nicht im Zusammenhang mit den technischen Problemen.“²⁷⁰ Analog dazu der Mathematiker George David Birkhoff, der unter dem Titel *Aesthetic Measure* 1933 ein statistisches Verfahren zur

267 New York (Dover) 1854, Kapitel I (Nature and Design of this Work), 1-23 (22)

268 Novalis, Werke, Tagebücher und Briefe Friedrich von Hardenbergs, hg. v. Hans-Joachim Mähl / Richard Samuel, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1999, Bd. II, Fichte-Studien, 55, Nr. 94

269 Novalis 1999: Bd. 2, 168, Nr. 496

270 Claude E. Shannon, in: ders. / Warren Weaver, Mathematische Grundlagen der Informationstheorie (1949/1964), hier zitiert nach: Claus Pias et al. (Hg.), Kursbuch Medienkultur, Stuttgart 1999, 446

ästhetischen Beurteilung von Kunstwerken entlang der Parameter Ordnung und Verbrauch an Material definiert.²⁷¹

Galileis Mathematisierung der Natur ging mit ihrer genuin medialen Theoretisierung einher. Das „Gründungsdokument aller Kulturwissenschaft“ (Kittler), Giambattista Vicos *Scienza nuova*, war dagegen „in ausdrücklicher Kampfstellung gegen die neuzeitliche Naturwissenschaft“ geschrieben. *Die neue Wissenschaft über die gemeinschaftliche Natur der Völker* „trat gegen René Descartes und dessen Versuch an, die Prinzipien der modernen Mathematik und Naturwissenschaft zu philosophischen Prinzipien dessen, was überhaupt ist, zu erheben“ (Kittler). Vico insistiert gegenüber der kartesischen Deduktion auf induktiver Erkenntnis und kritisiert eine „Analysis, die, soweit es an ihr liegt, den Gegenstand der Mathematik aller Körperlichkeit entkleidet“.²⁷² Entkörperlichung meint mithin: Maschinen. „Hier bewegt sich Vico in der Renaissance-Tradition der Mechanik, der zufolge die geometrische Abbildung der Erscheinungen ihre mechanische Nachkonstruktion ermöglicht. Damit fällt der mechanischen Physik die Aufgabe zu, die Naturerscheinungen ihrem Herstellungsmodus nach zu beschreiben.“²⁷³ Und vor allem trennt Novalis in seinem *allgemeinen Brouillon* ausdrücklich „beschreibende und erzählende Physik“²⁷⁴: „Wenn man über die Feuerflamme nachzudenken anfängt, wie verfährt man da. Zergliedernd.“²⁷⁵

Vom Axiom aber her teilen Vico und Turing den gleichen Denkraum; formuliert Vico doch analog zu Turings Beschreibung des Computers als der Maschine, die namentlich als „Computer“ alles berechnen kann, was ganzzahlig rechenbar ist, den Raum des Historischen als den, der von Menschen gemacht, also nachvollziehbar ist: „Da doch [...] die historische Welt ganz gewiß von den Menschen gemacht worden ist und darum ihr Wesen in den Modifikationen unseres eigenen Geistes zu finden sein muß; denn es kann nirgends größere Gewißheit für die Geschichte geben als da, wo der, der die Dinge schafft, sie auch erzählt.“²⁷⁶

271 Siehe auch Claudia Giannetti, *Ästhetik des Digitalen. Ein intermediärer Beitrag zu Wissenschaft, Medien- und Kunstsystemen*, Wien / New York (Springer) 2004

272 Zitiert nach: Ferdinand Fellmann, *Das Vico-Axiom: Der Mensch macht die Geschichte*, Freiburg / München (Alber) 1976, 175

273 Fellmann 1976: 185

274 Siehe Klaus Scherpe, *Beschreiben, nicht Erzählen! Beispiele zu einer ästhetischen Position*. In: *Zeitschrift für Germanistik N.F.* 2 (1996), 368-383

275 *Werke* 1999 Bd. II, 477, Nr. 41

276 Giambattista Vico, *Die neue Wissenschaft über die gemeinschaftliche Natur der Völker*, nach d. Ausg. v. 1744 übers. und eingel. von Erich Auerbach, 2. Aufl. Berlin / New York (de Gruyter) 2000, 159

Nur daß Turing an die Stelle der Form von Geschichts- und Kulturwissenschaften, nämlich die Erzählung, die Zählung selbst setzt.

Wenn nun die Physik sich ausdrücklich zu einer mathematischen gestaltet, dann heißt das: durch sie und für sie wird in einer betonten Weise etwas als das Schon-Bekannte im vorhinein ausgemacht, schreibt Martin Heidegger in „Die Zeit des Weltbildes“ 1938 <1950: 72>. Denn *tà mathémata* meint für die antiken Griechen „dasjenige, was der Mensch im betrachten des Seienden und im Umgang mit den Dingen im voraus kennt“ <ebd.>. Damit wird der Natur die Zahl (pythagoreisch) schon *unterstellt* – eine *petitio principii*, die nur für die Eigenheiten des untersuchten Systems gelten, die quantifizierbar sind. Von Goethe ist dazu ein Aphorismus überliefert: „Die Mathematiker sind eine Art Franzosen; redet man mit ihnen, so übersetzen sie es in ihre Sprache, und dann ist es alsobald ganz etwas Anderes.“²⁷⁷

[Pfungsten mit seiner Theologie der Trinität erinnert an die buchstäblich Technologisierung des Menschen durch die artikulierte Sprache. Die Herabkunft von Feuerzungen über eine Menschenmenge verkörpert das Wort Gottes respektive das Evangelium nicht nur als abstrakte (Meta-)Sprache, sondern macht es wundersamerweise in ihrem je eigenen Dialekt und Aussprache verstehbar.²⁷⁸ Im komplexen Konzept des "Heiligen Geistes" arbeitet sich die religiöse Vernunft an etwas ab, worauf der *Technólogos* in anderer Form antwortet: die Allianz von abstrakter Programmierung und konkreter Implementierung, zum Zweck elektromagnetischer Übertragung.]

Novalis hat in seinen Kant-Studien die uralte abendländische Opposition von Raum und Zeit, die Lessing in seinem Traktat *Laokoon* 1766 mediensemiotisch auf den Nenner von Malerei *versus* Poesie gebracht hat, also: die Differenz von simultanem Bild und diachroner Schrift mit der Zahl unterlaufen, im Namen der „mathematischen Anschauung“, also Theorie: „Die mathema[tischen] Ansch[auungen] sind die *sichtbaren* Regeln der Ordnung des *Mannichfaltigen* Raums, oder d[er] ausgedehnten Gegenstände, so wie auch der mannichfaltigen Momente – der sucessiven Gegenstände.“²⁷⁹ Auch Thrasybulos Georgiades betont in seinem Opus Magnum *Nennen und Erklingen*, daß die Raumwahrnehmung durch die Augen sprunghaft, also diskret erfolgt, abzählbar mithin und insofern eine Brücke zum Ton schlägt, der

277 Zitiert in: Dietmar Dath, Newton, Einstein, Wolfram? , über Stephen Wolframs Buch *A New Kind of Science*, in: Frankfurter Zeitung Nr. 110 v. 15. Mai 2002, 45

278 Dazu Ksenija Čerče, *The Erection of Language. About the Voice and the Inflamed Touch*. Unveröffentlichtes Forschungspapier im Rahmen eines Gastaufenthalts an der Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Kunstgeschichte und Bildwissenschaft, Sommersemester 2019.

279 Novalis Werke 1999, Bd. II, „Hemsterhuis- und Kant-Studien“, 221, Nr. 15

überhaupt erst durch Zählung in der Zeit zustandekommt. Die ganze Differenz und Präzisierung gegenüber dem diskontinuierlichen, in Saccaden synthetisierenden Auge und dem „Zählorgan Ohr“²⁸⁰, weil es – mit Leibniz – „ohne es zu wissen, zählt“ <zitiert ebd.: 69>, liegt hier in technischen Medien, wenn etwa die Photographie einen Raum tatsächlich auf einen Schlag zu registrieren vermag <ebd.: 198>, im Unterschied zu Verfahren der akustischen Aufzeichnung in der Zeit. Tatsächlich rückt der 1977 verstorbene Musikphilosoph Georgiades die menschliche Wahrnehmung von Zeit der diskreten Taktung des Computers nahe, wenn er auf der Registrierung des gleichförmig Wiederkehrenden insistiert: „das je und je gezählte Jetzt: tik-tik-tik ..., jetzt-jetzt-jetzt“²⁸¹. Solange aber *theorein* dem Paradigma und den verinnerlichten Metaphern des Sichtbaren, des Einsehbaren, der Anschauung verhaftet bleibt, entzieht sich ihm die Ästhetik der Zahl, die – mit Aristoteles – ja erst die Zeit *dianou* definiert; Zeit ist damit das Substrat des Zählens.²⁸² Theorie muß sich also auf eine Realität einlassen, die sich (mit Descartes) von der Freude der Griechen am Visuellen, am Geometrischen löst²⁸³, um nicht blind zu sein für die mathematische Lagebestimmung der neuzeitlichen Medienkultur. Pythagoras geht von der Zahl als Gegebenheit in der Natur aus, während Descartes mit seiner nicht mehr auf optische Ausdehnungen, sondern auf den Punkt und Punktmengen als zu zählenden Elementen konzentrierte Geometrie von 1637 die Zahl einem anderen Raum abringt.²⁸⁴ Oswald Spengler schreibt im Einleitungskapitel „Vom Sinn der Zahlen“ in seinem Werk *Untergang des Abendlandes*, auf Nietzsche anspielend: „Der Wille zur Macht [...] liegt auch in dieser Energie der abendländischen Zahl gegenüber der Anschauung. Das ist ‚Dynamik‘. In der apollinischen Mathematik dient der Geist dem Auge, in der faustischen überwindet er es“²⁸⁵ – eine Absage an die anschauliche, theatralische *theoria* der antiken Griechen, und ein neuzeitlicher Begriff von Medientheorie. Hier schreiben nicht Medien eine Epoche der Kulturgeschichte, sondern eine andere Theorie legt den Grund, Medien neu zu denken. Erst, wo Geometrie nicht mehr auf Sichtbarkeit reduziert ist, werden *n*-Dimensionale Räume denkbar – und damit virtuelle Räume im Sinne des rechnenden Raums, der im Computer seine Maschine findet. Virtuelle Wirklichkeiten im medientechnischen Sinn sind solche, die erst im rechnenden Raum zustandekommen: „Technically speaking, the term ‚virtual reality‘ is most commonly used to refer to systems that offer visual, auditory, and tactile information about an environment that exists as data in a computer system rather than as physical objects and locations.“²⁸⁶

280 Georgiades 1985: 42

281 Georgiades 1985: 42

282 Georgiades 1985: 28 u. 31

283 Georgiades 1985: 70

284 Spengler xxx: 99

285 Oswald Spengler, *Untergang des Abendlandes*, Bd. I, xxx, 118

Eine Archäologie der musikalischen Notation ruft die Versuche auf, ein zeitbasiertes Phänomen im Raum visuell zu organisieren. Musikalische Schrift gibt Relationen und Intervalle wieder, keine absoluten Werte. An frühmittelalterlichen Neumen ist die Dauer noch als graphisches Auf und Ab ablesbar, als gestische Welle, und dieses *graphiein* – so etwa die karolingische *Musica Enchiriadis* – kann Töne als Koordinaten in der Tat als Diagramm verorten auf einer y-Achse für Töne und einer x-Achse für Zeit.²⁸⁷

Im digitalen Bildraum schließlich meint Intervall nicht mehr den Raum zwischen den Bildern, sondern den Abstand zwischen numerisch adressierten Punkten, aus denen ein Bild selbst besteht. Das Intervall als Name des Abstands zwischen Tönen und Zahlen kommt in zeitbasierten Medien auf seine ursprüngliche Bedeutung als Zwischenraum und -zeit zurück.²⁸⁸

Damit zurück zur komputierenden Technizität von Theorie. Zwar ist eine Regel nicht dasselbe wie das, was sie berechnet, aber die tatsächliche Berechnung ist dann doch die Realisierung der Regel (Stephen Wolfram). Als *arché* wird dieses Prinzip im Programmieren faßbar. Die symbolische Maschine (die Komputation) ist der klassischen Mathematik nicht nachgeordnet, sondern geht ihr als Algorithmus voraus. Heidegger zufolge ist die Maschinenteknik keine bloße Anwendung mathematischer Praxis, sondern vielmehr hat „diese erst die Verwendung der mathematischen Naturwissenschaft gefordert“²⁸⁹, ist also ihr Apriori als Mechanismus. „Der Krug ist nicht Gefäß, weil er hergestellt wurde, sondern der Krug mußte hergestellt werden, weil er dieses Gefäß ist.“²⁹⁰ Der Krug als computergraphisches Objekt bestätigt es.

Analog dazu ist für die Prähistorie des Digitalen zu fragen, ob es sich um eine zunehmende Mathematisierung der Maschinen (für das Zeitalter der Mechanik) oder um eine Mechanisierung der Mathematik (wäre die Epoche des Computers) handelt – mithin mediengeschichtliche *versus* medienarchäologische Retrospektiven. Im Begriff der Kybernetik scheint sich die Dichotomie zwischen mathematischen Konstrukten und technischen Konstruktionen aufzuheben, gelten hier doch – frei nach Alan M. Turing – vor allem die Funktionsanalogien.²⁹¹ So begründet Norbert

286 Elizabeth Reid, *Virtual Worlds: Culture and Imagination*, in: Steven G. Jones (Hg.), *CyberSociety: Computer-mediated communication and community*, London (SAGE) 1994, 164-183 (164)

287 Georgiades 1985: 110 ff.

288 Programmatisch wird dies in der Schriftenreihe *Intervalle*, hg. vom Wissenschaftlichen Zentrum für Kulturforschung, Universität Kassel

289 Georgiades 1985: 69

290 Martin Heidegger, *Das Ding*, in: ders., *Reden und Aufsätze*, Pfullingen 1954, 163-181 (166)

291 Alan M. Turing, *Rechenmaschinen und Intelligenz*, in: ders., *Intelligence Service. Schriften*, Berlin (Brinkmann & Bose) 1987, 156

Wiener unter Appell auf Leibniz, „daß der gleiche Impuls, der zur Entwicklung der mathematischen Logik geführt hat, gleichzeitig zur idealen oder tatsächlichen Mechanisierung der Prozesse des Denkens geführt hat.“²⁹² Und doch ist diese technisch-mathematische Differenz an einer medienarchäologisch präzise datierbaren Bruchstelle faßbar, auf die Bernhard Dotzler wiederholt aufmerksam macht²⁹³: als Charles Babbage sich von seiner vor allem arithmetischen *Difference Engine* abwendet, hin zu seiner nie technisch realisierten *Analytical Engine*, die ebenen nicht von Logarithmen rechnet, sondern für beliebige Probleme programmierbar gedacht war. Zu den Zahlenwerten traten also die Rechenvorschriften, kurz: Algorithmen. Hier wird anamnetisch virulent, woran Vilém Flusser, der seinerseits als Medientheoretiker immer an der Schwelle zum praktischen Programmieren stehen blieb, erinnert hat: daß nämlich der Code der Schrift eben nicht nur alphabetisch, sondern von Anfang an alphanumerisch gedacht war und der Prozess des Schreibens nicht allein linear, sondern auch formal-kalkulatorisch ablief: personalisiert im Disput zwischen dem historisch denkenden Heraklit und dem formal-kalkulatorisch denkenden Parmenides.²⁹⁴ Mit Schrift wird eben nicht allein ein historiographischer, sondern auch ein mathematischer Raum bedient.

Programmieren ist und bleibt ein Akt digitaler Autorschaft, also des Schreibens, allen Versuchen eines reinen *visual programming* zum Trotz. Allerdings wird die ur- und frühgeschichtliche Phase des maschinen- oder betriebssystemnahen Programmierens aktuell überlagert von Programmieren auf der Interface-Oberfläche (Skriptsprachen), weil nicht mehr unmittelbar der mathematisch-kybernetische Raum des Computers, sondern Multimedia programmiert werden – ein Umbruch, dem die Medientheorie Rechnung tragen muß. *Multimedia authoring software* wie etwa Macromedia bildet die Plattform aktuellen Mediendesigns, ganz wie das *logeion* im altgriechischen Theater das flache Dach des Proskenions meint, auf dem die Schauspieler auftraten – Icons, heute. Eine Programmiersprache wie *Lingo* operiert nicht mehr auf der buchstäblich medienarchäologischen Ebene von Sprachen wie *C* oder gar *Assembler*, erinnert aber noch durch ihren Namen an die Nähe von Programmieren und Linguistik: „A language that is not the speaker’s native language or a specialized set of terms requiring to be learned like a language (*informal*).“²⁹⁵

Die Insistenz des Formalsprachlichen läßt Programmierer und Medientheorien der Informationsgesellschaft allzu schnell vergessen, mit

292 Norbert Wiener, *Kybernetik. Regel und Nachrichtenübertragung in Lebenwesen und Maschinen*, Düsseldorf / Wien (Econ) 1963, 40

293 Bernhard Dotzler, *Kant und Turing. Zur Archäologie des Denkens der Maschine*, in: *Philosophisches Jahrbuch* 96 (1989), 115-131 (122f)

294 Vilém Flusser, *Die Revolution der Bilder. Der Flusser-Reader zu Kommunikation. Medien und Design*, Mannheim 1995, 44 f.

295 www.encarta.com

welchem materiellen Index diese Praktiken versehen sind, als letztendliche Konfiguration aus Soft- und eben doch Hardware. Gutenbergs Mechanisierung des Alphabets, also der Buchdruck mit beweglichen Lettern, und die moderne Algebra, beide zwar nahezu zeitgleich um 1450-1500 entstanden, blieben als mechanische und symbolische Operationen getrennt und konvergieren erst in der komputativen Textverarbeitung, in den Objekten der Computergraphik und neuerdings im 3D-Drucker: „Der Buchdruck konnte alles kopieren und abschreiben und die Algebra konnte alles berechnen, aber die beiden liefen nicht zusammen. [...]. Wenn menschenseitig aufgeschriebener Code maschinenseitig von einer Software namens Compiler oder Interpreter verstanden und als Signale implementiert und damit lauffähig werden, wird zum medientechnischen Ereignis, was der Kultur bislang nur als verinnerlichtes Gesetz und als *extended mind* vertraut war: „Man schreibt nicht nur, sondern das, was man schreibt, wird getan vom Programm. Das Versprechen des Buchdrucks und das Versprechen der modernen Mathematik sind nach 500 Jahren Latenzzeit Europas“ - und des *Technológos* - letztendlich zusammengekommen, „wirklich eine Art von Integral, in das alle vorher getrennten einzelnen Technologien, Metallurgien, Halbleitertechniken und Elektrotechnik eingeht“²⁹⁶. Daraus resultiert eine Mediengeschichtsfigur, die nicht mehr Historiographie als *recording* ist, sondern selbst ein Kalkül. Die Grenzen einer solch hegelianischen *posthistoire* aber liegen in der Theorie der Berechenbarkeit selbst. „Das ist eigentlich die einzige vernünftige Hoffnung, die ich hegen kann, dass wir nicht am Ende der Weltgeschichte angelangt sind. Denn wenn die Digitalrechner keine internen Grenzen hätten, dann würden sie wirklich die Weltgeschichte zu Ende bringen, in all den Punkten“ (Kittler ebd.).

Der Digitalcomputer ist also nicht das kulturtechnische *telos* der Weltgeschichte. Nicht Weltgeschehen, aber die Form ihrer narrativen Organisation als Weltgeschichte geht damit zu Ende. Ein solches Modell von Kulturgeschichte als mediales Integral läßt sich wahlweise mediengeschichtsteleologisch oder eben auch medienarchäologisch als offene Konfiguration beschreiben, d. h. Mit der Option, auch den Computer in seiner aktuellen von-Neumann-Architektur nur als Durchgangsstadium für andere Lösungen (etwa als Kopplung von Berechnung und Physik) zu verstehen.

Daran schließt sich die Frage, wie und in welcher Form sich Medien überhaupt in ihrer Gewordenheit und in ihrem Werden anschreiben lassen. Sicher nicht klassisch technikgeschichtlich, deren Modell David Gugerli als Doppelhelix von Erfindern und ihren Maschinen beschreibt

296 Friedrich Kittler, in: Die Informationsbombe. Paul Virilio und Friedrich A. Kittler im Gespräch. Ausgestrahlt im deutsch-französischen Kulturkanal ARTE, November 1995, hier zitiert nach:
<http://artematrix.org/kittler/die.informationsbombe.htm>

und deren Achse dann den technischen Fortschritt repräsentiert. „Da sich eine Doppelhelix aber nur schlecht in die narrative Struktur eines historischen Diskurses einfügen lässt, liegt der Griff zu genealogischen Tafeln auf der Hand: Erfinder, Maschinen und Ereignisse werden hier in soziotechnische Verwandtschaftsordnungen gestellt.“²⁹⁷

Lässt sich (auch epistemische Operatoren namens technische Medien betreffend) „die ganze Geschichte eines `Dings´, eines Organs, eines Brauchs“, als „eine fortgesetzte Zeichen-Kette von immer neuen Interpretationen und Zurechtmachungen“ schreiben, „deren Ursachen selbst unter sich nicht im Zusammenhange zu sein brauchen, vielmehr unter Umständen sich bloss zufällig hinter einander folgen und ablösen“?²⁹⁸ Dieses Programm Nietzsches zur Genealogie kann also nur *im Medium* des elementaren Vokalalphabets (oder der Schreib-Maschine) geschrieben werden. Denn was Nietzsche hier (be-)schreibt, *ist* die Schreibmaschine. So wäre auch keine Geschichte, sondern Archäologie oder Genealogie der Medien zu schreiben: als Wechsel diskreter Zeichenkonfigurationen, hier in Verbundenheit mit Michel Foucault. Ein einzigesmal kommt der Diskursanalytiker in seinen Schriften auf eine tatsächliche Maschine zu sprechen: „wenn zur Definition ansteht, was das letzte und elementare Datum seiner eigenen Datenverarbeitung ist“. Das kleinste Monument einer Aussage (alternativ zum Dokument-Begriff) ist heute ein Bit. „Laut Foucault müssen Aussagen, diese kleinsten Einheiten der Archäologie, bekanntlich weder Sinn noch Sätze machen. Auch die Abschrift einer Schreibmaschinentastatur als solche reicht hin, um eine Aussage zu bilden. Schreibmaschinen oder Setzerkästen selber aber schließt die Archäologie ausdrücklich aus.“²⁹⁹

„Was jede Vorstellungskraft und jedes mögliche Denken überschreitet, ist einfach die alphabetische Serie (A, B, C, D), die jede dieser Kategorien mit allen anderen verbindet.“³⁰⁰ Die Anordnung von Tastaturen ist ein Beispiel für non-diskursive Medienereignisse. Dies leitet über zu jener Technik, in der diese Anordnung (anders als die typographischen Setzkästen) operativ wird: die Schreibmaschine. Hier tritt im Verborgenen des Mechanismus das (schon bei Descartes figurierende) abstrakte Uhrwerk wieder ein, indem ein scheinbar räumliches Verhältnis durch diskrete Taktung technisch operativ wird – zwar noch nicht entwickelt zu jener internen Uhr, welche für die Synchronisation der Abläufe im Computer durch die eingebaute Quarzfrequenz sorgt, aber anders als

297 Gugerli 1999: 134

298 Friedrich Nietzsche, Zur Genealogie der Moral. Eine Streitschrift (1887). Zweite Abhandlung: „Schuld“, „schlechtes Gewissen“, Verwandtes 12, in: Sämtliche Werke. Kritische Studienausgabe in 15 Bänden, hg. v. Giorgio Colli /azzino Montinari, München / Berlin / New York 1980 Bd. 5, 313-316 (314)

299 Friedrich Kittler, xxx, 145, unter Bezug auf: Michel Foucault, Archäologie des Wissens, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 1973, 125

300 Foucault 1990: 18

jene Rotationspresse im Buchdrucks, welche dieselbe Zeichenmenge immergleich, nicht aber immer wieder neue Zeichenfolgen taktet.

Nichts hält diese unwahrscheinliche Gruppierung zusammen denn die fortlaufende Ordnung des Alphabets, eine vertrauten enzyklopädischen Taxinomie, in der die Begriffe nach dem (fast) arbiträren Prinzip ihrer Anfangsbuchstaben sortiert werden. Dieselben Element, aus dem die Worte bestehen, nämlich Buchstaben, dienen hier der asemantischen Funktion der schieren Sortierung. Findet die Archivierung von Texten im eigenen Medium statt, wird Alphanumerik als Basis universaler Datenverarbeitung denkbar. Die reine Buchstabenfolge, das Betriebssystem aller Enzyklopädien, sortiert hier Begriffe, die ihrerseits Buchstabenfolgen darstellen; so gegenseitig ist das Verhältnis von Medium und Form (Fritz Heider). Wo die Steuerung und die Inhalte der Daten sich aus dergleichen Elementen zusammensetzen (wie im *Computermemory*), eskaliert die Schrift zu einer rein äußerlichen - und gerade deshalb so effektiven - Alphalogistik; für das Insistieren der Buchstaben im Unbewußten redet die Psychoanalyse von *alphabétise* (Jacques Lacan). So löst sich der Buchstabe von seiner vokalphabetischen Bindung und wird zum symbolischen Operator - das Umschlagen von Buchstaben zu Maschinen. Mit der Schreibmaschinen- und Computertastatur schiebt sich dieser Zwischenraum operativ ein.

Nietzsche schreibt im 7. Paragraphen von *Die fröhliche Wissenschaft*: „Bisher hat alles Das, was dem Dasein Farbe gegeben hat, noch keine Geschichte.“ Nun wäre zu ergänzen: eine Historiographie jenen Medien, die bis dahin nur im Latenzzustand der Archäologie schlummerten, verborgen. Muß diese Erweckung im Namen und in Form von Geschichte geschehen, oder verfehlt diese Form notwendig ihr Objekt? Es hat wahrscheinlich einen eigenlogischen Grund, warum das, was dem Dasein Farbe oder Klang verleiht (nämlich die elektromagnetischen Wellen), keine Geschichte hat: weil Schwingungen nicht erzählbar sind, nur zählbar.

Mit Charles Babbages programmierbarer, wenngleich noch mechanischer *Analytical Engine* beginnt die technologische Gegenwart nicht minder als - einer These Francis Bacons zufolge - mit Schießpulver, Buchdruck und Kompaß die Neuzeit begann. Daß sich mit diesem Moment eine ganz andere Kulturgeschichte koppelt - nämlich die des Webens, indem seit 1728 mit Falcon Webstühle steuerbar werden und damit ein Programmspeicher vorlag -, ist ein weiteres Argument für eine Medienarchäologie, die sich eben gerade nicht als Entwicklungsgeschichte schreibt, sondern als Kopplungen. Größer als der in Form von Erzählung literarisch suggerierte historische Zusammenhang ist jener positive Raum, „der ausgedehnter ist als das Spiel der Einflüsse, das sich von einem Autor zum anderen“ auswirkt, um hier einen Satz

Foucaults ins Spiel zu bringen³⁰¹ - etwa die historische Asymmetrie von Arithmetik *versus* Algebra, also das Operieren mit Symbolen (etwa Buchstaben, „x“, Variablen) statt mit Zahlen. „In dieser“ - aber vielleicht auch nur in dieser klassisch historischen - „Perspektive ist der Computer die physikalische Realisierung einer `symbolischen Maschine´“³⁰², die über Jahrhunderte vertraute Praxis geistiger Arbeit.

„Das Wesen eines mathematischen Begriffs bemißt sich nach den Möglichkeiten der Deformation, die es erlauben, die Anwendung dieses Begriffs zu erweitern.“³⁰³ In diesem Sinne ist der Computer ein „Medium“, das - mit Heider / Luhmann - algorithmisch-prozessual informiert wird und mithin Formen erschafft - als Vorherrschaft der relationalen über die referentielle Dimension, als nicht länger statisches „Archiv“.

Medienarchäologie meint Zugang zur technisch operativ gemachten Mathematik. Das algorithmisierte Datenfeld, theoretisch als das Computermodellierbare begriffen, läßt neue Fragen nach Technizität überhaupt erst aufkommen. Welche Art von Berechnungen sind der Natur respektive physikalischen Systemen angemessen? Buchstäbliches *messen* ist an das Zählen gekoppelt. Der Quanteninformatiker David Deutsch vermutet umgekehrt: „Wenn etwas prinzipiell berechenbar sei, so müsse es durch ein physikalisches System berechnet werden können.“³⁰⁴ Dazu dürfen Computer aber nicht mehr allein den Gesetzen der klassischen Physik unterworfen werden, sondern öffnen sich der Quantenmechanik, wo die elementare Informationseinheit gleichzeitig verschiedene Zustände annehmen kann: die Werte 0 und 1 zugleich (als *Qbit*).

Quantenmechanik gibt selbst das Stichwort zur Herausforderung von *theoria*. Werner Heisenberg sprach sich gegen Versuche zur Verbildlichung der Quantentheorie aus; Erwin Schrödinger dagegen schreibt in den *Annalen der Physik* 79 (1926), daß er sich durch Heisenbergs „Methoden der transzendentalen Algebra und durch den Mangel an Anschaulichkeit“ von diesem Modell „abgestoßen“ fühlte (als sei er selbst ein quantiertes Teilchen).³⁰⁵ Tatsächlich ist die mathematische Matrizenrechnung ein Werkzeug, das durch seinen Formalismus den Welle-Teilchen-Dualismus hintergeht; „dieser tritt, wie Heisenberg oft bemerkt hat, erst in Erscheinung, wenn man zu einer

301 Michel Foucault, *Archäologie des Wissens*, 183

302 Sybille Krämer 1998: 86, Anm. 39

303 Gaston Bachelard, *Le nouvel esprit scientifique*, Paris 1934, 24 (= ders., *Der neue wissenschaftliche Geist*, Frankfurt/M. 1988, 28f)

304 Thomas Vasek, *Der multiple Physiker*, in: *Die Zeit* Nr. 22 v. 23. Mai 2002, 32

305 So zitiert und zeigt es anhand spezifischer Exponate die aktuelle, von Bruno Latour, Peter Weibel, Peter Galison und anderen kuratierte Ausstellung *Iconclash. Jenseits der Bilderkriege in Wissenschaft, Religion und Kunst* im Zentrum für Kunst und Medientechnologie Karlsruhe (ZKM) im Sommer 2002

anschaulich Beschreibung übergeht“³⁰⁶. Das Bild der Welle in Schrödingers Quantenmechanik ist nur eine „symbolische Hypotypose“ im Sinne Kants, eine unterlegte Anschauung, eine Unterstellung, die sich nur aus indirekten Wirkungen wie den Interferenzen, nicht aber der unmittelbaren Erfahrung erschließt <Bense ebd., 71>. Es gibt „keine Experimente, die die Welle unmittelbar zeigen bzw. die Kontinuität schauen lassen“, sondern bestenfalls nahelegen. Anschaulich ist vielmehr die Diskontinuität von Teilchen: „In den Quantenexperimenten (Elektronenstoß) zeigt sich [...] die Diskontinuität unmittelbar. Die Energiestufen werden an den Meßinstrumenten `abgelesen´“ <ebd., 72>. Hier kommen technologische Medien als Meßmedien konkret ins Spiel, als Verdinglichungen der Beobachtung, eine Erdung der ontologischen Frage nach der Differenz von Kontinuierlich und Diskontinuierlich.

Eine Elektronenbeugungsröhre aber läßt funktionsähnlich zur Braunschen Röhre, gleich dem klassischen TV-Bildschirm, auf dem Leuchtschirm aus aufprallenden Elektronen ein Ringmuster entstehen und somit deren Wellennatur sichtbar macht (als Quantenobjekt, zwischen Wellen und Teilchen) – nicht bildmetaphorisch, sondern als rein photonisch-physikalischer Effekt, ein *imagineering* und ein Fernsehen medienarchäologischer Art.

Zahlen, Maschinen, Tafeln: Mediale Architekturen aus Mathematik und Geometrie

Jede Archäologie des Computers und seiner Programmierung oszilliert zwischen den Polen Mathematisierung der Maschinen und Mechanisierung der Mathematik, wobei Medienarchäologie vorschnellen Analogien³⁰⁷ den Hinweis auf die Differenzen gegenüberstelt, denn im Unterschied etwa zur universalen diskreten Maschine namens Computer vermag die *ars combinatoria* des Barockzeitalters – die mathematische Bedingung für das, was in der KI-Forschung später *Reflexion* ermöglicht³⁰⁸ – nicht selbständig zu rechnen, schon gar nicht zwischenzuspeichern oder zu programmieren. Die Kopplung von Maschine und Mathematik gilt hier noch nicht im Sinne der Mathematisierung der Maschine, sondern erst als Maschinisierung der Mathematik. Leibniz entwickelte den Differential- und Integralkalkül als „eine algebraische Technologie“ (Wikipedia); Max Bense denkt

306 Max Bense, *Quantenmechanik und Daseinsrelativität* [Diss. Bonn 1937, Druck Köln 1938], in: ders., *Ausgewählte Schriften*, Bd. 2, Stuttgart/Weimar (Metzler) 1998, 64

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

308 Günther 1963: 158

„mathematische Maschinen“ als Denkmachines³⁰⁹, und das heißt Automatisierung der Mathematik als strukturelle Programmierbarkeit von Computern im Unterschied zu schlichten Rechenmaschinen und zur Mathematisierung von Automaten.

„Eine mathematische Maschine ist eine in der theoretischen Informatik, mithin auch in der Medientheorie verwendete mathematische Abstraktion, also ein Modell einer idealen, mathematisch präzise definierten Maschine (das Unpräzise heißt demgegenüber die physikalische Welt). Einerseits ist diese Maschine so einfach gehalten, daß sie noch mathematischen Analyse- und Beweismethoden zugänglich ist, andererseits aber so komplex, daß sie wesentliche Eigenschaften besitzt, die auch für eine reale Maschine charakteristisch sind. Es handelt sich somit um ein medienepistemisches Ding.“³¹⁰

Friedrich Kittler unterscheidet streng Programmierbarkeit von Kalkülisierung und läßt sie erst für jene Zeit, gelten als Werkzeuge zu Maschinen und Technik zu Technologie wurde. Historisch ist dies die Epoche der Industrialisierung, in der anstelle von Einzelstückherstellung die standardisierte Massenproduktion trat – ein Modell, das der Letternguß von Gutenbergs Buchdruck eingespielt hatte. Wie Buchstaben zu Worten und Worte zu Sätzen lassen sich so ganze Systeme wahrhaft modular zusammenfügen, wie es Charles Babbage prompt für seine Analytical Engine vorgesehen hat.³¹¹ Möglichkeitsbedingung für Programmierung ist eine mathematische Denkart, doch erst seit der modularen Fertigung von Komponenten (praktiziert seit Gutenbergs Buchdruck) war eine zumindest in Grenzen programmierbare Hardware von Rechnern auch als in der Welt operierender Mechanismus nicht nur denkbar, sondern auch möglich. Die Informatik nennt an dieser Stelle den endlichen Automaten, etwa das Kombinationsschloß, das als Kombination aus einem gespeicherten Zustand und einer logischen Tabelle die jeweils zuletzt eingegebenen Zahlenfolgen zu „erinnern“ vermag³¹² und damit auf seine aktuellen neuen Bedingungen reagiert, den zeitlichen Verlauf also mit einrechnet. Ein solches Schloß jedoch läßt sich dennoch nicht in eine Menge elementarer Komponenten zerlegen, die rekonfiguriert werden könnten, um ein beliebiges System nicht nur logisch zu emulieren, sondern physikalisch zu simulieren. Das Kombinationsschloß ist daher nicht strukturell, sondern lediglich effektiv programmierbar, da sich sein Zustand nur für eine begrenzte Klasse von Verhaltensweisen einstellen läßt. „Niemand käme folglich auf den Gedanken, Kombinationsschlössern oder Vier-Spezies-Maschinen“ (wie

309 Zitiert in Günther 1963: 20

310 Artikel Mathematische Maschine, in: Wikipedia. Die freie Enzyklopädie, Bearbeitungsstand: 18. Januar 2005, <http://de.wikipedia.org> (abgerufen 3. Februar 2006)

311 Anthony F. Hyman, Charles Babbage, 1791-1871. Philosoph, Mathematiker, Computerpionier, Stuttgart (xxx) 1987

312 Hillis 2002: 45

der Rechenmaschine von Leibniz) „die Errechnung jener physikalisch sehr wohl begrenzten Klasse von Verhaltensweisen anzuvertrauen, die da Wetter heißt“³¹³. Demgegenüber ist ein digitaler Computer, der zur Simulation eines Kombinationsschlusses benutzt wird, strukturell programmierbar, „weil dieses Verhalten durch Synthese aus einer kanonischen Menge elementarer Schaltgatter erreicht wird“³¹⁴. Simulation meint hier eine algorithmische Vorgehensweise zur Analyse dynamischer Systeme im Unterschied zur Emulation, das funktionelle Nachbilden eines Systems durch ein anderes: „Das nachbildende System erhält die gleichen Daten, führt die gleichen Programme aus und erzielt die gleichen Ergebnisse wie das originale System.“³¹⁵ Bei der Simulation werden Experimente an einem Modell durchgeführt, um Erkenntnisse über das reale System zu gewinnen. An dieser Stelle ist es nun Aufgabe der Medientheorie, einerseits beide Modi historisch ausdifferenzieren und andererseits eine reduktionistische Gegenüberstellung zu vermeiden. Genau hier liegt der Clou der *médiologie* von Régis Debray als Blickweise: auf die „Überschneidungen zwischen intellektuellem, materiellem und sozialem Leben“ zu achten, mithin „die treibende Kraft, den aus unseren großen Erzählungen ausgeschlossenen Dritten“ - also buchstäblich das syllogistische *medium* - „wiederzufinden, den, der Verbindungen allein dadurch schafft, daß er Software und Hardware zusammenbringt“³¹⁶.

Auch Michel Foucaults Diskursanalyse postuliert, daß eine Aussage eine „materiale Existenz“ haben muß: eine Substanz, einen Träger, einen Ort, und ein Datum. Hier kommt die Duplizität von Programmierung und Hardware ins Spiel: „Foucault regards the statement as repeatable despite its `materiality´ or spatiotemporal boundedness. He characterizes the statement as `repeatable materiality´, a characterization that Foucault admits to be ‚paradoxical‘.“³¹⁷ Dies gilt schon für die Natur des Punkts als aristotelischer *logos megeton* („meßbar“) in der abendländischen Tradition: eine mathematische Idealität, die aber auf einer materiellen Schicht, einer Schreibfläche, erst zur Evidenz kommt. Die erste Voraussetzung für das formale Lösen einer Rechenaufgabe sind Papier und Bleistift (oder der Sand für Euklid); erst dann können Gedanken - frei formuliert nach George Booles *Laws of Thought* - „materially influence our views“³¹⁸. „Es können auch Bildschirm und Tastatur eines Computers sein - jedenfalls bedarf es eines Mediums,

313 Friedrich Kittler, Hardware, das unbekannte Wesen, in: Lab. Jahrbuch 1996/97 für Künste und Apparate, hg. Kunsthochschule für Medien Köln, Köln 1997 (Walther König), 348-363 (xxx)

314 Michael Conrad, The Prize of Programmability, in: Rolf Herken (Hg.), The Universal Turing Machine. A Half-Century Survey, Hamburg-Berlin (Springer) 1988, 289

315 <http://de.wikipedia.org/wiki/Emulator> (Zugriff Februar 2006)

316 Debray 1993 / 1999: 73

317 Kusch 1989: 19

318 Boole xxx: <ca. 22>

welches erlaubt, eindeutig unterscheidbare, graphische Zeichen in einer bestimmte Ordnung zu fixieren.“³¹⁹ Erst vom Moment der (En-)Kodierung an handelt es sich um schaltungslogisch kanalfähige Operationen.

Die Turingmaschine hat mithin zwei Körper: eine logische und eine Papiermaschine. Auch Foucaults *Archäologie des Wissens* ist nicht schlicht von Aussagenlogik her gedacht, sondern auch von deren graphischer Repräsentation her <dazu Kusch 1989: 19>. Damit kommt die Materialität von Schrift ins Spiel. Schrift und Grapheme oder Graphen werden im vollem Sinne ein Medium in dem Moment, wenn sie mit Körpern, Papier oder Kreidetafeln einen Medienverbund bilden: „Die Kreidetafel ist im Mathematikunterricht und auch in anderen Fächern seit langer Zeit unübertroffen, da sie ein weit sichtbares, kontrastreiches Bild liefert. Ein weiterer wichtiger Vorteil gegenüber anderen Unterrichtsmedien ist, daß das Schreiben auf der Tafel ein angemessenes Unterrichtstempo vorgibt: Die Zuhörer haben genug Zeit, eine Entwicklung nachzuvollziehen und Fragen rechtzeitig zu stellen. E-Kreide bringt die bewährte Kreidetafel auf den aktuellen Stand der Technik.“³²⁰

An dieser Stelle werden Mathematik- und Informatikunterricht tatsächlich *zeitkritisch* in einer Weise, wie es Kulturwissenschaft nicht kennt, solange sie sich auf Zeit als Objekt in menschlicher Wahrnehmung, als Kulturgeschichte nämlich, beschränkt. Gängigerweise sind Kulturwissenschaften kaum auf die Problematik von Echtzeit angewiesen, und Theoretiker der Geisteswissenschaften machen deren Verzug gegenüber den zu analysierenden Prozessen geradezu zu deren Stärke. Anders sieht es aus, wenn nicht mehr Menschen nur mit Menschen oder Maschinen, sondern Maschinen untereinander mathematisch kommunizieren (was dann kaum noch als Kulturtechnik zu beschreiben ist).

Neben der Benutzung als herkömmliche Tafel sind Bilder und interaktive Java-Programme während des Vortrags mit E-Kreide in das Tafelbild integrierbar, die *online* direkt aus dem World Wide Web geladen werden, etwa Formelauswertung und Funktionsplots – ein Kernelement der kybernetischen Rückkopplung, die Modifikation des Schlachtplans während der Schlacht selbst.

Damit kommt die rechenfähige Tafel auf eine Forderung zurück, die eine der frühesten Entwürfe für eine Berliner Universität durch Johann Jakob Engel in einer Denkschrift formulierte, welche die schon von Immanuel Kant in seiner Schrift über den *Streit der Fakultäten*,, aber auch von Johann Gottlieb Fichte bemerkte Reduzierung der akademischen Medien auf das Buch kritisierte und für einen Medienwechsel plädierte. Demnach

319 Sybille Krämer, *Symbolische Maschinen*. Die Idee der Formalisierung in geschichtlichem Abriß, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1988, 1

320 www.e-kreide.de

sollte Wissenschaft nicht mehr nur auf Buchwissen beruhen, sondern ebenso auf ingenieurmäßigen und (im besten Sinne) polytechnischen Tätigkeiten gründen, also nicht nur auf Speicherung, sondern auch handfest medialer Übertragung des Wissens: „Es gibt Objekte des Unterrichts, die in Büchern können vorgetragen, aber nie aus bloßen Büchern gefaßt, nie durch bloße Worte gelehrt werden, die durchaus Anblick, Gegenwart, Darlegung wollen. Von dieser Art sind Handwerke, Künste, Fabriken. [...] Kupfer helfen hier wenig oder nichts, sie legen die Maschinen nicht auseinander, setzen sie nicht wieder zusammen, zeigen sie nicht in Bewegung, zeigen nicht die Handgriffe der Arbeiter usw.“³²¹

Archytas von Tarent hatte Bewegung in Maschinen übersetzt (die fliegende Taube); das theoretisch Kinematische aber wird erst mit Heron von Alexandria operativ gedacht: Bewegung als Folge von Punkten. Oswald Spengler läßt mit Heron und Diophant eine neue Mathematik beginnen, im Unterschied zum vorherigen Denken der Griechen, denen Geometrie als gegeben erscheint. Nicole Oresme wird geradezu zum Naturwissenschaftler, indem er einen „mechanisierten Zeitbegriff der Spätscholastik“ entwickelt.³²² In seinem *Traité de la sphère* von 1377 beschreibt er das Universum wie eine Räderuhr, die alle Kräfte durch die Hemmung ausbalanciert.

Arithmetische Mechanik reicht hin, um einfache Rechenregeln oder Algorithmen zu implementieren. Leibniz' Vier-Spezies-Maschine „setzte das indisch-arabische Stellenwertsystem der Ziffern bekanntlich in eine Hardware aus dekadischen Zahnrädern um, die das Geschäft der vier Grundrechenarten erstmals automatisierte. Aber was dabei an Ziffern und Überträgen von Zahrad zu Zahnrad rieselte, war lediglich ein Kalkül und noch kein Programm, das aus eigener Kraft Kalküle hätte starten, kontrollieren und wieder beenden können.“³²³

Maschinen *auseinanderzulegen* (J. J. Engel), also zu analysieren, vermag im Unterschied zu Kupferstichen und anderen technischen Zeichnungen allein das von Algorithmen betriebene Tableau (und sei es das mittelalterlichen Zahlenkampfspiel³²⁴ oder Babbages Entwicklung einer symbolischen Maschinennotation). Am Ende steht die Schaltung, die selbst neue Schaltungen zu generieren vermag³²⁵: Medienwissen als Verknüpfung von Kultur- und Ingenieurwissenschaft.

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

322 Arno Borst, *Computus. Zeit und Zahl in der Geschichte Europas*, Berlin (Wagenbach) 1990, 81

323 Friedrich Kittler, *Hardware, das unbekannte Wesen*, in: *Lab. Jahrbuch 1996/97 für Künste und Apparate*, hg. Kunsthochschule für Medien Köln, Köln 1997 (Walther König), 348-363 (xxx)

324 Arno Borst, *Das mittelalterliche Zahlenkampfspiel*, Heidelberg (Winter) 1986, 21

„Barocke Gedankenarchitektur befriedigt im reinen Entwurfsstadium ebensowenig wie ein unaufgeführtes Drama oder Musikstück“³²⁶ - oder eben ein Quellcode, der nicht als Software implementiert im Computer zum Vollzug kommt.

Die spezifische Architekt-Ingenieur-Beziehung berührt die Praktikabilität aller Theorie.³²⁷ Auch Computerarchitektur stellt eine praktizierte Form implizierter Medientheorie dar, *hat* also medientheoretisches Wissen, das der Explikation von Seiten der akademischen Disziplin harrt.

Genau darauf zielt der kybernetische *Technológos* in der Variante Heinz von Foersters: „daß der Gegenstand der menschlichen Erkenntnis klüger ist als diese Erkenntnis selbst, denn offensichtlich sind die wesentlichen Fragen, die der menschliche Geist stellt, vom Gegenstand bereits beantwortet. Wenn wir nach dem Leben fragen, leben wir bereits.“³²⁸ Medientheorie läuft dem impliziten technischen Wissen bereits hinterher - und sucht theoretisch explizit zu machen, was als Praxis längst wirkungsmächtig ist: ein kybernetischer Regelkreis.

Sigfried Giedion hat konstatiert, „daß Architekt und Ingenieur nicht mehr in einer Person vereinigt sind.“³²⁹ Während Architekten das Entwurfsdenken privilegieren, hat sich die Ingenieurskunst im militärischen Gefolge der Pariser *École Polytechnique* als spezifischer Medienverbund von Mathematik und Zeichnung ausdifferenziert.³³⁰ „Im elastizitätstheoretischen Paradigma der klassischen Baustatik feierte die philosophisch durch Leibniz begründete Kontinuumshypothese ihren Triumph.“³³¹

Gemäß Turings These von 1936 läßt sich alles, was sich berechnen läßt („intelligible numbers“), durch einen Computer durchführen. Auch Archytas' mathematischen Überlegungen waren stets mit konkreten praktischen Anwendungen, Technologen also, verbunden.

325 Siehe Claude Shannon, xxx, in: An / Aus, xxx, Berlin (Brinkmann & Bose) xxx

326 Becker 1927 / 1974: 199

327 Siehe Peter Berg, Am Beispiel der Stabkirchen - Denken in Steifigkeit. Konstruktionsgeschichtliche Betrachtungen, in: Festschrift Wolfgang Uhlmann, Technische Hochschule Darmstadt (THD) 1988, 33-64 (48)

328 Dirk Baecker (zum Tod von Heinz von Foerster), Die Sonnendusche macht mich berühmt, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 230 v. 4. Oktober 2002, 32

329 Bauen in Frankreich (1928), zitiert nach: Pircher / Kamleithner 2002: 14

330 Dazu Wolfgang Pircher / Christa Kamleithner, Der von Gott verlassene Baubetrieb, in: Zinsmeister (Hg.) 2002: 9-25 (12)

331 Karl-Eugen Kurrer, Zur Geschichtlichkeit von Bauwerken, in: Stahlbau 70 (2001), Heft 9, 159

In der Antike wurden diskrete Buchstaben, altgriechisch *stoicheîa*, tatsächlich mit der mathematischen Wahrscheinlichkeit verrechnet. Leukippos von Milet, Lehrer des Demokrit, bemerkte, daß Tragödie und Komödie mit demselben Buchstabenmaterial geschrieben werden (Diels-Kranz), mithin also das Drama eine Funktion buchstäblicher Kombinatorik ist. Lukrez übersetzt in *De rerum natura* (I, 823-829) die griechischen *stoicheîa* mit *elementa*. Tatsächlich haben die griechischen Atomisten die physikalische Welt als diegleiche Rekombination von Grundelementen entziffert; H. Wissmann hat dies die „Ontographie“ der Atomisten genannt. Bevor Natur zum „Buch“ werden konnte, das aus mathematischen Zeichen besteht (Galileo Galilei), mußte die Welt erst einmal aus Buchstaben bestehend begriffen, das Reich des Sichtbaren also lesbar werden.³³²

Von der *universitas litterarum* zur Alphanumerik: Kalkulieren mit Altphilologie

Um 1800 stellt sich die Universität – im Sinne ihres paradigmatischen Speicher- und Übertragungsmediums. In seinen Gedanken zur Gründung der späteren Humboldt-Universität beklagt Fichte, die Universität sei zu nicht mehr in der Lage, „als dem gedrucktem Buchwesen noch ein zweites redendes Buchwesen an die Seite zu setzen“³³³. Statt nur Texte durch Textkommentare zu verdoppeln (Foucaults Kritik der Hermeneutik), setzt Fichte auf Optimierung des Mediums: „In einem ausgeklügelten System von *Jahrbüchern des Fortschritts der wissenschaftlichen Kunst*, von Stoffbüchern (die das noch nicht transzendental geformte Wissen enthalten), Literaturauswertungssystemen (*Jahrbüchern der Fortschritte des Buchwesens*) und Löschvorgängen will er, im Unterschied zum öffentlichen Buchmarkt und Publikum, den linearen Fortschritt in Buchform bringen.“³³⁴

So spät Medienwissenschaft als Studiengang an deutschen Universitäten eingeführt wurde, so unverzüglich war Medienwissen doch implizit zur Stelle, als alles begann 1810.³³⁵ Die Humboldt-Universität hat von Anfang an ihre wissenstechnischen Bedingungen bewußt reflektiert; der Respekt vor diesem Gedächtnis gebietet eine Anamnese von Medientheorie *avant la lettre*, verbunden mit Namen wie G. W. F. Hegel oder Hermann von

332 Svenbro 1988: 194 f.

333 Johann Gottlieb Fichte, Deduzierter Plan einer zu Berlin zu errichtenden höhern Lehranstalt, die in gehöriger Verbindung mit einer Akademie der Wissenschaften stehe, in: Müller (Hg.) 1995: 76

334 Müller 1995: 144

335 Dazu Ernst Müller, Die Aufklärung in der Dialektik ihrer Institutionalisierung. Von Kants *Streit der Fakultäten* zur Humboldtschen Universität, in: Wolfgang Klein / Waltraud Naumann-Beyer (Hrsg.), *Nach der Aufklärung? Beiträge zum Diskurs der Kulturwissenschaften*, Berlin (Akademie) 1995, 141-150 (bes. 142 ff.)

Helmholtz. Daß es der Universität gut anstehen würde, ihr paradigmatisches Medium gelegentlich zu wechseln, wurde laut gedacht. So gilt es, die Position der Universität in Zeiten elektronischer Medien neu zu bestimmen: als einen Ort der Reflexion und Archäologie von Wissen, wie es nicht schon in den Medien selbst (im Internet etwa) stattfindet. Das Hochhaus der Universität Leipzig war von DDR-Staatsarchitekt Hermann Henselmann noch als Buch-Metapher erbaut worden. Diesem Medium eines zu Ende gehenden Zeitalters standen mit der Wende von 1989/90 tatsächlich neue Medien gegenüber; die Architektur der Universität Leipzig – in jeder Hinsicht davon entfernt, in seiner Infrastruktur den *electronic turn* nachzuvollziehen – stand buchstäblich im Zeichen des Mediums ihrer Vermittlung, des Buches.³³⁶

Derselbe Hermann Henselmann hat zum Wettbewerb Stadtzentrum Berlin (Ost) 1959 mit dem Entwurf eines „Turms der Signale“ brilliert – der spätere Fernsehturm am Alexanderplatz, in dessen Schatten nun an sonnigen Tagen ein Kernbegriff der signalorientierten Medientheorie steht. Denn Medien haben es mit Signalen mehr denn mit Zeichen zu schaffen; mit Funken mehr denn mit ihrer symbolischen Interpretation; mit Licht und Monitoren oder Terminals mehr denn mit der damit ausgestrahlten Botschaft, etwa Reklame (frei nach McLuhan). Der Katalog dieses medienarchäologischen Credos läßt sich fortsetzen: Medientheorie ist der Materialität eher denn der Semantik der Medien verbunden; der Menschenverlassenheit des Innern von Rechnern mehr denn den nutzerzugewandten Interfaces. Aber diese Positionierung immer komplementär zu denken und zu praktizieren ist hier Programm; auch Henselmans „Turm der Signale“ mit rubinrotem, nachts leuchtendem Turmkopf war neben seiner technisch notwendigen Baufunktion immer auch schon als semantisch aufgeladene Ikone, als Dominante, als Signifikant der gesellschaftlichen Situation gedacht. Mit medientheoretischem Gespür „als Ausdruck der anbrechenden Informationsgesellschaft und als Bildzeichen für den die Erde umkreisenden roten Sputnik.“³³⁷ So formuliert der Bauhistoriker Bruno Flierl Nachrichtentechnik als Metapher und Realität des modernen Städtebaus. Diese Spur in ihrem Oszillieren zwischen Realem und Imaginärem weiterzuverfolgen ist ein medientheoretisches Anliegen.

Novalis sah die akademische Lehre als Funktion des Zettelkastens: „Ein akademischer Lehrvortrag ist ein mündliches Buch[,] er muß alle Bestandth[eile] des Buches haben. [...] Vorlesungen sind statt der

336 Dazu Ernst Müller, Die Aufklärung in der Dialektik ihrer Institutionalisierung. Von Kants *Streit der Fakultäten* zur Humboldtschen Universität, in: Wolfgang Klein / Waltraud Naumann-Beyer (Hg.), Nach der Aufklärung? Beiträge zum Diskurs der Kulturwissenschaften, Berlin (Akademie) 1995, 141-150

337 Bruno Flierl, Hermann Henselmann - Bauen mit Bildern und Worten, in: ders., Gebaute DDR. Über Stadtplaner, Architekten und die Macht. Kritische Reflexionen 1990-1997, Berlin (Verl. f. Bauwesen) 1998, 172-207 (180)

Bücher. Zugleich lehrt der Docent ipso facto die Kunst des Lesens und Benutzens – durch Repitition, Extraction, Scientifische Experimente mit dem Vorgetragenen, oder Anw[endungen] und Beyspielen.“³³⁸

Schleiermacher geht so weit, daß Professoren zu „Lesemaschinen“ verkommen seien – denen er die Vor/lesung entgegenzuhält, das „Heiligtum der ganzen Universität“³³⁹.

Der Medientheorie steht es an, technische Medien nicht nur außerhalb, sondern als Begründung der Universität selbst neu zu durchdenken.

Diesseits aller Theologie ist der Begriff der Bibel medienarchäologischer Natur, erinnert er doch an die Erdung im Schreibmaterial, dem Alphabet und seiner Übertragung selbst – Papyrus, vertrieben im phönizischen Byblos, als Metonymie für das Buch schlechthin.³⁴⁰ Auch der Rechtsgelehrte beruft sich auf ein medienarchäologisch epochemachendes Dispositiv, den Codex. Für Fichte und Schleiermacher aber waren es offenbar nicht so sehr die technische Seite des Buchs, sondern seine „Verkehrsverhältnisse“ (mithin Diskurs im kulturtechnisch materialen Sinne), der explodierende Buchmarkt im letzten Drittel des 18. Jahrhunderts, der dieses Medium gegenüber der Universität ins Spiel brachte.³⁴¹ Dem wäre heute der als Datentransferprotokoll implementierte Hypertext (http) im und als Internet beiseitezustellen.

Als Alan Turing 1937 in Princeton weilt, ahnt er den kommenden Krieg mit Deutschland und konstruiert einen elektrischen Multiplizierer zur Verschlüsselung von Nachrichten. Der Physiker Malcolm McPhail erinnert sich: „Zu diesem Zweck benötigte er relaisbetriebene Schalter, die er selbst baute. Sie waren zu jener Zeit nicht im Handel erhältlich. Die physikalische Abteilung von Princeton hatte eine kleine, aber gut ausgestattete Werkstatt für ihre graduierten Studenten eingerichtet [...]. Und so fräste und wickelte er die Relais; und zu unserer Überraschung und Freude arbeitete die Rechenmaschine.“³⁴² Deshalb heißt Medienanalyse an der Werkbank im Signallabor auch Schaltungen löten zu lernen.

Der Moment für selbstbegründenden Reflexionen der Universität sind klassischerweise Rektoratsreden gewesen. Emil Du Bois-Reymond löst mit seiner Rektoratsrede unter dem Titel *Goethe und kein Ende* am 15. Oktober 1882 an der Berliner Universität ein epistemologisches Erdbeben

338 Novalis, Schriften, hg. v. Paul Kluckhohn / Richard Samuel, Bd. 3. Stuttgart 1960, 367f

339 Friedrich Schleiermacher, Gelegentliche Gedanken über Universitäten in deutschem Sinne, in: Müller 1995: 195

340 In: Kants gesammelte Schriften, hg. v. d. Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss., 1. Abt., Bd. 7, Berlin 1917, 23

341 Müller 1995: 142

342 Zitiert nach: Hodges 1994: 162

aus, indem er auf Goethes Abneigung gegen das Experiment zu sprechen kommt, „gegen den physikalischen Versuch und dessen mathematische Behandlung“.³⁴³ Jede mechanische Beschreibung der Dinge war Goethe, dem Zeitgenossen von Charles Babbage, ebenso zuwider wie das Prinzip der „mechanischen Causalität“. Rudolf Virchow hat in seiner Rede vom 3. August 1893 dann als Rektor derselben Universität den „Übergang aus dem philosophischen in das naturwissenschaftliche Zeitalter“ diagnostiziert.³⁴⁴ Medienwissenschaft ist eine Disziplin, die beiden Fakultäten gleichnah verbunden ist. Sie steht für die „universitas litterarum“, ohne diese auf geisteswissenschaftliche Texte reduziert zu sehen. Vielmehr sucht sie jene *universitas litterarum* aus der Perspektive des symbolverarbeitenden Universalmaschine zu deuten und zuallererst medienarchäologisch daran zu erinnern, daß es zu den kulturtechnischen Leistungen im archaischen Griechenland gehörte, seit dem 8. Jahrhundert v. Chr. Zunächst in Milet, dann auch anderenorts Buchstaben des Vokalalbaets zugleich als Zahlzeichen zu nehmen. Damit wird das Reich der *litterae* um den Modus der Zahlen, der Berechenbarkeit, erweitert, und das Ressort der Geisteswissenschaften (Erzählung) um das der Computer (Zählung). Diese Basis in Mathematik und Kybernetik unterscheidet eine medienarchäologisch orientierte Theorie zugleich von den Medienanalysen der Cultural Studies; in der Tat meint Kybernetik hier nicht schlicht eine philosophische Metapher für Steuerungskunst in der Politik (wie von Platon definiert), sondern eine operative Seinsbedingung dessen, was unter Neuen Medien überhaupt verstanden wird.

Aristoteles setzt Münze und Wort gleich; beide sind *symbola*. „So ist es nicht das Metall eines Geldstückes, das seinen Wert bestimmt.“³⁴⁵ Doch wie Software ist es auf eine materielle Spur seiner Speicherung und Übertragung (als Symbol) verwiesen – die Spur des *metaphorein*. Stellt heute elektrifizierte Kommunikationstechnik den Geldbegriff selbst in Frage?³⁴⁶ Im elektronischen Raum ist das digitale Geld mit dem *bit* identisch; was im Binärcode als Wert zählt, ist der Begriff, das Shannonsche Maß der Information: der Austausch, nicht die physikalische Übertragung des Geldes.³⁴⁷

343 Publiziert Leipzig 1883, 22

344 Rudolf Virchow, Die Gründung der Berliner Universität und der Übergang aus dem philosophischen in das naturwissenschaftliche Zeitalter, Berlin (Becker) 1893, 7

345 Ferdinand de Saussure, Grundfragen der allgemeinen Sprachwissenschaft, hg. v. Charles Bally / Albert Sechehaye, 2. Aufl. Berlin 1967, 141

346 Marshall McLuhan, Die magischen Kanäle, Düsseldorf / Wien 1968 (= Understanding Media, 1964),

347 Siehe Bernhard Vief, Digitales Geld, in: Florian Rötzer (Hg.), Digitaler Schein. Ästhetik der elektronischen Medien, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1991, 117- 146 (133)

Mit der Gründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Berlin am 28. März 1887³⁴⁸ ist der Geist Hermann von Helmholtz' beschworen, seine technische Inspiration. Medien sind für ihn nicht Darstellungs-, sondern Meßtechniken. Die Erforschung von Schrift, Zahl und Ton im Medienverbund steht nicht nur im Schatten der Büste Homers, sondern auch von Helmholtz'. Die Wissenschaft vom Messen steht der Medienwissenschaft schon deshalb nahe, weil sie ihr eine Aufgabe gibt: die Rückkopplung von Technik und Epistemologie. „Obgleich Zählen und Messen die Grundlage der fruchbarsten, sichersten und genauesten wissenschaftlichen Methoden sind [...], so ist über die erkenntnistheoretischen Grundlagen derselben doch verhältnismäßig wenig gearbeitet worden“, schreibt von Helmholtz unter dem Titel *Zählen und Messen, erkenntnistheoretisch betrachtet*. In seiner Antrittsvorlesung als Professor am Physikalischen Institut der Universität Leiden forderte Heike Kamerlingh Onnes im 19. Jahrhundert, es solle als Motto über dem Eingang jedes physikalischen Labors stehen: „Door meten tot weten“ - vom Messen zum Wissen.³⁴⁹ Doch erst in Kombination mit theoretischen Modellen werden Meßdaten zur Information. Insofern finden die Medientheorie und der medienarchäologische Blick ihr Motto mit Onnes, der als Erforscher des absoluten Nullpunkts von Energie (minus 273,16 Grad Celsius) den Nobelpreis erhielt.

Lange hat die philosophische Ästhetik die medienarchäologische Einsicht blockiert – bis zur technischen *aisthesis* statt Hermeneutik. Als zehn Jahre nach August Böckhs Tod 1877 seine *Encyclopädie und Methodologie der philologischen Wissenschaften* erschien, definierte er als Aufgabe der Philologie „das Erkennen des vom menschlichen Geist Producirten d. h. Des Erkannten“; dies geht über die Literatur hinaus. Denn auch die musikalische Notation (im Element der Buchstaben) wurde von den Griechen „zur Niederschrift des Gedachten erfunden.“³⁵⁰ Dem steht nun eine Medienwissenschaft als Lehre vom maschinalem Erkennen beiseite. Das, was Eduard Hanslick in seiner Schrift *Vom Musikalisch-Schönen* 1854 einmal „Arbeiten des Geistes in geistfähigem Material“ nannte, entspricht der Turing-Maschine im Verhältnis zum tatsächlich realisierten Rechner: das Verhältnis von *epistème* und *techné*. Mit den altgriechischen *grámmata* setzt die Frage ein: Bilden sie etwas ab, was in der (Programmier-)Sprache schon angelegt ist, oder bringen sie etwas genuin neu Vorstellbares erst hervor, in operativer *aletheia* medienarchäologisch schon angelegt? Bekanntlich zerfällt die

348 Jost Lemmerich, Maß und Messen. Ausstellung aus Anlaß der Gründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt am 28. März 1887, Braunschweig / Berlin (Physikalisch-Technische Bundesanstalt) 1987

349 Armin Hermann, Auf zum absoluten Nullpunkt! [über den Kälte-Forscher und Nobelpreisträger Heike Kamerlingh Onnes], in: Berliner Zeitung Nr. 213 v. 19. September 2003

350 Hans Heinrich Eggebrecht, Musikalisches und musiktheoretisches Denken, in: Frieder Zaminer (Hg.), Geschichte der Musiktheorie, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1985, 40-58 (52)

altgriechische *poiesis* in zwei Varianten: *techné* (technisches Entbergen, Medienarchäologie) oder *physis* (die Selbsthervorbringung). *Grámmata* stehen auf Seiten der (Kultur-)Technik.

Kurz vor seiner Aufnahme an die neue Berliner Universität schreibt Boeckh an der Heidelberger Akademie 1808 einen Beitrag „Von dem Uebergang der Buchstaben in einander“. Er erinnert hier daran, daß die Gabe des griechischen Vokalalphabets menschliche Laute bis auf kleinste Einheiten (*stoicheia* / Elemente) herunterbrach und damit erst buchstäblich kalkulierbar machte – Bedingung für Linguistik überhaupt. Sein Aufsatz endet mit einer fulminanten Warnung, aus der Medientheorie ableitet, daß sie nie ohne konkrete Medienarchäologie zu betreiben ist: „[...] daß man nicht, während man die anscheinende Trockenheit dieser Forschungen durch tiefsinnige Begründung des innersten Zusammenhanges und speculativen Sinn beleben und befruchten will, im blinden Tasten fehlgreifend, Zusammenhang träumend, und um der Trockenheit zu entgehen, in die trockenste anschauunsloseste Leerheit und nüchternste gehaltloseste Formelschwärmerei verfallen möge“³⁵¹ - also weder platonischer Idealismus (die ihm selbst gelegentlich buchstabenmetaphysisch widerfährt) noch Theorie-Losigkeit („anschauungslos“). Fast aber gibt dieses Zitat zu lesen: „in blinde Tasten fehlgreifend“. Denn neben die Buchstäblichkeit tritt nun ihre Mechanisierung – das Dispositiv von Schreibmaschinen (Klavier, Keyboards, Tastaturen).

Boeckh stellt die Frage nach der Elementarisierung der Sprache, also nach dem Digitalen schlechthin. Der analytische Weg, der Sprache auf den Kern ihrer „Wurzelwörter“ reduziert (die ägyptischen Logogramme und Lexeme) sei „eine Wiederholung der Spracherfindung, eine Construction aus Elementen“; demgegenüber ist der – von Platon im Dialog *Kratylos* vorgeschlagene – synthetische Weg „der Lösung einer algebraischen Aufgabe zu vergleichen, in welcher aus einer zahllosen Menge gegebener Grössen, nach Abzug gewisser störender Umstände“ - der Signal-Rausch-Abstand - „ohngefähr 24 unbekannte Grössen (die gewöhnlich auf 24 gerechneten Buchstaben) nach ihrem wahren Gehalt bestimmt werden sollen“³⁵².

Daß Altgriechen mit ihrem Alphabet nicht nur Sprache, sondern auch Mathematik kalkultierten (*numerales notae*), behandelt Boeckh im lateinischen Vorwort zu seinen Vorlesungen an der Berliner Universität vom Wintersemester 1841: „De inscriptionis Atticae fragmento, quo notae numerales continentur, et de abaco Pythagorico“.³⁵³

351 In: August Boeckh's Gesammelte kleine Schriften 1858-1874, Bd. III, Leipzig (Teubner) 1866, 204-228 (228)

352 Boeckh 1866: 212

353 In: August Boeckh's Gesammelte Kleine Schriften, 4. Bd.: Opuscula Academica Berolinensia, Leipzig (Teubner) 18xx, 493-504

„Litterae magnae sunt et distinctissimae“ <495>, und zwar in
Kolumnen angeordnet. „Harum notarum una quaeque binis constat
alphabeti elementis“ <493>, „ex serie numerorum denario monorum
sive digitorum“ <ebd.>. Wie supplementierten die Griechen den Mangel
an arabischen Ziffern? „Quodsi, ubi deficiebat digitus, ciphrae loco
apponebatur lineola verticalis“ <496>.

Um diese Inschrift beschreiben zu können, muß sich der Altphilologe
auch in die Logik der Mathematik hineindenken. Diese kulturtechnische
Kompetenz hat Altphilologie also um 1850: sowohl Bild als auch Schrift
als auch Zahl zu beherrschen. Von daher kommt Boeckh auf den Begriff
der Maschine, denn aus der Form der Inschrift leitet er die Existenz eines
Abakus bei Pythagoras ab. „Nem ille abacus [...] non ut vulgo putant
tabula multiplicationis est, qua nunc instituuntur pueri, [...] sed tabella
per columnas, sive ut in Geometria Boethiana dicitur per paginulas“
<497>. Boeckh behandelt paroxystisch auch die Abwesenheit der
indischen Null: „Ciphra non opus erat in abaci culculis“ <500, Anm. 10>.
Doch schreiben die Griechen ein *oudén*; „apud Ptolemaeum ciphra in
editis quidem libris comparet, ubi integer ordo sexagesimalis deficit [...].
Primus inter Graecos quantum hucusque constat Planudes in
Psephophoria Indorum ciphra usus est ea qua Indi ac nos ratione“
<ebd.>.

Nun wird Pythagoras in einem antiken Portrait tatsächlich mit Turban
gezeigt. Macht ihn seine indische Assoziation mit der Null vertraut? Doch
„Sed num in isto Archyteo libro Indicae notae scriptae fuerint, admodum
dubium videtur“ <503>; erst im Buch des Boethius wurden diese Ziffern
nachträglich eingetragen. „Abacum quidem Graecis pridem notum fuisse
affirmemus, sed Indicas numerorum notas sero onnotuisse Europaeis
consequamur, quas probabile est ab Indis et Arabibus propagatas in
Occidentem esse“ <503, Anm. 14>.

Aristoteles diskutiert die Frage, ob die Leere ein Nichts ist oder nicht.
Aristoteles' *Physik* Buch IV schreibt es in Opposition zu Leukippos,
demzufolge das, was die Wesenheiten der Zahlen auseinanderhalte und
gegeneinander unterscheide, nichts anderes als das Leere sei. Aristoteles
dagegen sieht materialistisch die Dichte des Mediums an diesem Nichts –
und erst so wird im Kanal das Rauschen manifest, das jeder
Signalübertragung widerfährt. Das Medium zeigt sich in seiner
Widerständigkeit; diese Widerstandskraft manifestiert sich darin, „daß
ein Prozeß nicht instantan geschieht, sondern Zeit braucht“³⁵⁴. Zeit selbst
zeigt sich als Medium, und die Translation in einem Leeren kann nur
unter Negation der Zeit geschehen. Doch nichts wäre so verkehrt,
Aristoteles' Gebrauch des Worts für Nichts *tò medén* als `Null´ oder `0´

354 Kommentar zu 102,7-11, in: Aristoteles, Physikvorlesung, übers. v. Hans
Wagner, Berlin (Akademie) 1967, 560

zu übersetzen. Es gibt sie nicht in der griechischen Mathematik <ebd., Kommentar, 561> - es sei denn als Abwesenheit ihrer selbst.

Medientheorie reflektiert nicht nur wie die meisten Geisteswissenschaften das Verhältnis von Theorie und Geschichte; nicht nur wie die Philologie das Verhältnis von Text und Bild, sondern auch die Zahl: Mathematik, Physik, Ingenieurwissenschaften, Nachrichtentheorie als gleichrangige Kulturtechniken. Rudolf Virchow beklagte 1893, daß seit Anfang seines Jahrhunderts die Philosophie über Natur und Physik gestülpt worden seien, anstatt auf dem Wege von Empirie und Induktion zu forschen.³⁵⁵ Genau dazwischen steht Medientheorie als Medienarchäologie in: präzise datenorientiert in Kenntnis der Apparaturen und Techniken einerseits, und gleichzeitig (ganz im Sinne von Kants Begriff einer philosophischen Archäologie) eine epistemologische Erforschung von Medien als Gesetz dessen, was kulturtechnisch überhaupt denk- und machbar ist. G. W. F. Hegel, der Philosophie als „Strenge des Begriffs“ verpflichtet, steht der Hardware nicht so fern, wie es seine Karikatur zeichnet. Am 25. November 1831, also kurz nach seinem Tod, druckt der *Schwäbische Merkur* in Stuttgart aus Hegels letzter Vorlesung am 11. November über (so geschrieben) *RechtsPhilosophie* das „ungefähre“ Zitat: „Die Freiheit des Menschen soll nicht allein Begriff seyn, welcher nur theoretisches Interesse hat, sondern sie soll auch das praktische Interesse verwirklichen, sie soll äußerlich in der Welt [sich] expliciren; Letzteres ist durch den ausgesprochenen Begriff bereits geschehen, aber die äußere Welt dem einmal anerkannten Begriffe der Freiheit überall angemessen zu machen, das ist die Aufgabe der neuesten Zeit.“³⁵⁶ Hegel reicht der Programmierung, dem physik-, also weltwerdenden *lógos*, die Hand.

Die *arché* des Computers: Zahl, Physik und Weltbezug

Da der programmierbare Computer bis hin zu seinen Mikroverkörperungen in der alltäglichen Welt für eine zeitgemäße Medienwissenschaft das modellbildende Medium darstellt, ist *re-thinking computation* ein dauerhaftes Anliegen aller Medientheorie. Ihr Studium ist von daher techno-mathematisch orientiert. Damit verbunden ist die „radikale“ Programmatik von Medienarchäologie im Sinne des mathematischen Wurzelzeichen, insofern sie der betreffenden Hard- wie Software technisch wie logisch, mithin technologisch auf den Grund zu gehen sucht.

355 Bernd-A. Rusinek, Magnifizienz hatte Sorgen [über historische Rektoratsreden], in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 279 v. 30. November 2002, 39

356 Zitiert nach: Marbacher Magazin Nr. 56 (1991), Sonderheft zur Hegel-Ausstellung, 92

Gerade weil technologische Medienvorgänge bis hin zum *embedded computing* weitgehend unsichtbar geworden und die damit assoziierten Medienbegriffe diffus sind, ist Medienarchäologie die Reflexion des Unverborgenen – denn der Zugang zu den Quellcodes einerseits, und den konkreten logischen Gattern andererseits, ist als Öffnung der Black Box fortwährend möglich. Je mehr die Hardware hinter kommunikativen oder diskursiven oder dialogischen Oberflächen verschwindet, desto dringender bedarf es der kritischen Investigation der dahinter verborgenen Operationen – *open source* als medientheoretische Vorgabe, nicht nur für die freie Zugänglichkeit von Software politisch zu agieren, sondern auch epistemologisch diese Sourcen zu öffnen, d. h. Zu erschließen. Dennoch steht es nicht an, die Kultur der Oberflächen, der Interfaces und dessen, was Lev Manovich *cultural software* nennt, zu verachten. Vielmehr ist es Aufgabe der Medientheorie, die ganze Spannweite zwischen Analysen der Assemblierung von Maschinen und Hardware einerseits und ihren Interfaces auzulosten, und zwar in Hinblick darauf, wie das Eine auf das Andere durchschlägt.

Die Bild-Ton-Versionen der Welt „wären metaphorisch als theatrale Wirklichkeiten zu nehmen“³⁵⁷ - aber eben nur metaphorisch. Theaterwissenschaftler „help us to see through the surface of today’s ‚media culture‘“³⁵⁸, indem sie deren theatrale Dramaturgien offenlegen – nicht aber deren Quellcode. Im Unterschied zum medienarchäologischen Blick lenken Interfaces räumlich ab von der Einsicht der technischen Operativitäten, die machtvoll am Werk der Repräsentation sind. Beschäftigt sich Theaterwissenschaft mit der Theatralität, also der Oberfläche (Interface, Monitor) der Medien, im Unterschied zur Medienarchäologie? Brenda Laurel aber ist nicht Theaterwissenschaftlerin, sondern Software-Designerin.

Lange Zeit schon ist es das Betriebsgeheimnis effektiver Macht, daß sie im Verborgenen operiert. Auch für technologische Medien gilt, daß ihr Betriebssystem jenseits der Interfaces operiert. Diese Ebene aber ist recht eigentlich nicht ein Archiv; das Argument zielt vielmehr darauf, den Blick weg von der Dichotomie Ausstellung / Archiv, offen / verborgen hin zu einer anderen Relation, nämlich der von Programm und Laufzeit, zu verschieben. Der Computer ist ein „Medium“, das – frei nach Heider und Luhmann – algorithmisch-prozessual informiert wird und mithin Formen erschafft. Die Vorherrschaft der relationalen über die referentielle Dimension in der digitalen Medienkultur³⁵⁹ ist „Archiv“ im operativen Sinn.

357 Fiebach 1998: 94

358 Fiebach 2002: 34

359 Samuel Weber, Interpretation und Institution, in: Friedrich Kittler / Manfred Schneider / ders. (Hg.), Diskursanalysen 2: Institution Universität, Opladen (Westdt. Verlag) 1990, 152-166 (155)

Die Emergenz von Bild, Schrift und Ton auf den Interfaces von Computern beruht auf der unvorgänglichen Notationsbasis des Binären und ist immer nur ein Laufzeiteffekt des kompilierten Programmcodes – also radikal zeitbasiert. Dieses *archive* (Foucault) bleibt radikal schriftbasiert unter Computerbedingungen: eine Frage von Literalität und Illiteralität, „einerseits hinsichtlich der Schnittstellen und andererseits hinsichtlich der Algorithmen und Programmcodes.“³⁶⁰ Maschinenteknik ist die Anwendung einer mathematischen Praxis, ihre Verweltlichung (und damit auch Verzeitlichung) in Hardware. Daraus resultiert das Plädoyer für ein nicht mehr intransitives, sondern transitives Verhältnis zum digitalen Archiv: *das Archiv schreiben* lautet die Losung für die kulturtechnische Fähigkeit, auf der Programmierenebene selbst zu operieren, transitiv zur Maschine (daher im Modus von Assembler). Nicht mehr also die paranoide Trennung von Ausstellung und Archiv als Machtfigur nachzeichnen; die rhetorische Figur der *dissimulatio artis* beruht auf der intransitiven Rede.

Die Aufzeichnung für sich (das Registrierte) ist zunächst ein schlichtes Monument. Zum prozessierbaren Dokument wird sie erst in dem Moment, wo Zuordnungsverhältnisse definiert werden – die *arché* des Archivs.³⁶¹ Die klassische Trennung von Datenkörper und Metadaten (Verzeichnung) implodiert im digitalen Raum, parallel zur Architektur der Hardware dieser Operation: der von-Neumann-Computer, der Daten und Programme in ein und demselben (Arbeits-)Speicher ablegt. Auf dieser Ebene sind Daten nicht länger schlicht das Gespeicherte, sondern ebenso das Betriebssystem; das Archiv selbst wird hier rekursiv operativ. Aus medienarchäologischer Perspektive ist das Betriebssystem das Gesetz des (Be-)Rechen-, also Sagbaren.

Die technische Materialität der klassischen Archive sind jene Apparaturen der Datenspeicherung (Papier, Film, Computer), die als konkrete Träger der Signale ihren kulturellen Dekodierern zumeist konstitutiv verborgen bleiben: „Der Archivträger ist dem Blick des Betrachters konstitutiv entzogen.“³⁶² Womit zugleich ein irreduzibles Element im Spiel und am Werk des Archivs als Gedächtnisort ist: daß nämlich die Zeichenträger des Archivs nicht mit zum archivischen Gedächtnis gezählt werden, sondern einer radikal gegenwärtigen Administration angehören und damit *l'archive* im Sinne von Foucault sind, von Groys treffend als

360 Claus Pias, in: ders. / Josef Vogl / Lorenz Engell (Hg.), Kursbuch Medienkultur. Die maßgeblichen Texte von Brecht bis Baudrillard, Stuttgart (dva) 1999, 80, unter Verweis auf: Friedrich Kittler, Die Evolution hinter unserem Rücken, in: Kultur und Technik im 21. Jahrhundert, hg. v. G. Kaiser, D. Matejovski u. J. Fedrowitz, Frankfurt/M. u. New York 1993, 221-223

361 In diesem Sinne Erhard Ertel (Freie Universität Berlin) über das von ihm kuratierte Videoarchiv mit Theateraufzeichnungen, im Rahmen des Kolloquiums: 80 Jahre Theaterwissenschaft in Berlin, 7./8. November 2003, HU Berlin

362 Groys 2000: 19

submedialer Trägerraum definiert. Dieser Raum wird so zum Objekt einer paranoiden Vermutung, des Verdachts von Manipulation, Verschwörung und Intrige. Erst der paranoide Blick aber gibt – frei nach Jacques Lacan – etwas zu sehen. Hier Aufklärung zu schaffen ist nicht die Aufgabe einer essayistischen Ideologiekritik, und auch nicht einer unverbindlichen Kulturwissenschaft, sondern die Aufgabe einer Medienarchäologie, die Schaltpläne aufdeckt, d. h. Zur Entzifferung gibt. Hinter der medialen Oberfläche stehen keine Geheimnisse, sondern schlichte Algorithmen und Maschinenbauteile – man muß sie nur zu lesen wissen. Durch Algorithmen wird nicht etwas aus dem Speicher emporgehoben und zur Ausstellung gebracht, sondern aus einem Programm generiert (“Bilder aus Daten”) – ein generischer Archivbegriff, der auf den Befehl „run“ harret. Und so ist Programmierung nicht nur die Beherrschung der Maschine, sondern auch „ein Weg, die Logik des Computers zu erfahren“ – eine Form operativer Medienanalyse, die sich erst im medialen Vollzug entbirgt. Mit medienepistemologischem Gespür wahrgenommen, verleiht das Verständnis algorithmischer Grundstrukturen „allgemeine Einsichten in die Prinzipien, Möglichkeiten und Grenzen der Mechanisierung des mechanisierten Weltbildes [...] quasi das Endergebnis einer rationalen Einstellung zur Welt und die programmierbare Universalmaschine ist ihre materielle Ausstülpung“³⁶³.

Der Raum des digitalen Archivs läßt sich adressieren. „Nybble“ ist die Bezeichnung für ein halbes Byte, also vier Bits – eine Tetrade im elementaren Sinn. Das *nybble-engine-tool* der Medienkünstler Margarete Jahrmann und Max Moswitzer macht die Handhabung eines digitalen Mediums auch auf der Interface-Ebene transitiv, indem man buchstäblich das Archiv (der Algorithmen) schreibt. Es handelt sich hier um das *re-engineering* der Game-Engine eines tatsächlichen Computerspiels; nur daß die Spieler anstelle einer Waffe ein Daten-Objekt tragen, das Kommandozeilen emittiert. Sie durchlaufen damit spielend den Datenwald, *quasi* durch das Innere des Recherns – eine Versinnlichung von Medienarchäologie. Die Präsentation dieser Engine³⁶⁴ verschränkt Maschinentheorie und Theoriemaschine, wenn neben die lesbaren Datenfetzen die hörbaren Wortfetzen des Kybernetikers Heinz von Foerster treten. Am Ende also die Selbstverlautbarung der Maschine als „rechnender Raum“ (frei nach Konrad Zuse), und als Rückkehr zu Pythagoras, der die Welt selbst aus Zahlen gesetzt sah. Max Bense formulierte die *Programmierung des Schönen* (Baden-Baden 1960) und informationstheoretisch eine *kleine abstrakte ästhetik* (Stuttgart 1969). Ästhetik und Mathematik konvergieren in der medientheoretischen Einsicht, *theoría*.

363 Georg Trogemann / Jochen Viehoff, CodeArt. Eine elementare Einführung in die Programmierung als künstlerische Praxis, Wien / New York (Springer) 2005, 1

364 DVD *Nybble Engine*, NEM 04

Ein Wort an dieser Stelle zu den sogenannten Nutzer-Oberflächen. Hier findet ein Generationenwechsel statt, wie er etwa auf dem Medienkunstfestival *Ars Electronica* September 2003 in Linz a. d. Donau manifest wurde: Die Oberfläche gilt einer genuin mit dem Rechner aufgewachsenen Generation nicht mehr als ein schlichtes Simlakrum, sondern wird selbst als programmierbare Einschreibefläche begriffen. In der Computerspielpraxis werden Bugs (etwa im Klassiker *Quake* mathematische Rundungsfehler) dazu nutzt, den Bewegungsspielraum durch den Spielraum selbst (die sogenannte „Physik“) zu erhöhen. Der Medienprotestantismus der reinen Kodierung versöhnt sich mit der katholischen Inszenierung (frei nach Umberto Eco).

Gottfried Wilhelm Leibniz dehnte einst seine These, die Zusammensetzung der Welt aus der Zahl bis ins Kleinste berechnen zu können, durch seine „Rechtfertigung des Infinitesimalkalküls“ aus.³⁶⁵ Nicht das Bewußtsein, sondern *pétits perceptions* haben damit medientheoretisches Wissen: „Jede Seele erkennt das Unendliche, erkennt alles, aber in verworrener Weise; so wie ich, wenn ich bei einem Spaziergange am Meeresufer das gewaltige Rauschen des Meeres höre, dabei doch auch die besonderen Geräusche einer jeden Woge höre, aus denen das Gesamtgeräusch sich zusammensetzt, ohne sie jedoch von einander unterscheiden zu können.“³⁶⁶

So ist es möglich, daß im Rauschen der Wellen die Welt sich selbst rechnend kundtut. Bis zu welchem Grad fällt die physikalische Welt mit ihrer Kalkulierbarkeit zusammen? Diese Frage meint mehr als eine melancholische Nostalgie des Analogem. Physiker und Kryptographen forschen parallel insofern, als daß beide Botschaften aus Systemen auf einen gültigen Schlüssel hin untersuchen - (Natur-)Konstanten, Chiffrierkodes. „Während aber die Kryptografie sich sehr leicht auf diskreten Maschinen durchführen lässt, ist das mit der Physik nicht so einfach.“³⁶⁷ Denn aus physikalischer Weltsicht ist die Church-Turing-These eine Unterstellung: Sie unterstellt dem Verhalten der Wirklichkeit unterstellt sie algorithmische Züge, wie es schon Parmenides modellierte. Doch „womöglich sind Wolken keine Computer, die jeden ihrer Regentropfen berechnen, und umgekehrt Computer keine Maschinen, die Wolken das Regnen abnehmen.“³⁶⁸ Und so bescheidet sich auch Medientheorie immer nur auf einige der möglichen Welten.

365 G. W. Leibniz, Hauptschriften zur Grundlegung der Philosophie, hg. v. E. Cassirer, Bd. I, Leipzig (Dürr) 1904, Schriften zu Mathematik X, 102f

366 Leibniz 1904 Bd. II: Schriften zur Metaphysik III: Die Vernunftprinzipien der Natur und der Gnade, 423- (431)

367 Allan M. Turing, Intelligence Service. Schriften, hg. v. Bernhard Dotzler u. Friedrich Kittler, Berlin 1987, 98

368 Friedrich Kittler, Dem Schöpfer auf die Schliche. Auf der Suche nach einem universalen Zeichensystem: Gottfried Wilhelm Leibniz zum 350. Geburtstag, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 29. Juni 1996, Nr. 149, B4

Die reine Theorie der Berechenbarkeit sieht den Computer als zweigeteilte Maschine: „Programme sind gewissermaßen *reine* Maschinen, ohne den Ballast und die Unschärfen mechanischer oder physikalischer Bedingungen.“³⁶⁹ Doch erst in tatsächliche Welten implementiert kommt diese Theorie zum (Voll)Zug. Technische Hardware gründet in der Welt der Physik, verbraucht also Energie und unterliegt den Gesetzen der Thermodynamik (Entropie als Alterung im Mikro- und Makrozeitbereich) – auch wenn nachweisbar dieser Energiehaushalt für informationsverarbeitende Systeme keine entscheidende Rolle mehr spielt (Szilard, Wiener). Der als Maschine begriffene Algorithmus unterliegt als implementiertes als Programm einerseits den materiellen Gesetzen der Realwelt; seine einzige medientheoretische Begrenzung aber ist das Denken (Trogemann / Viehoff ebd.).

Gegen eine vorschnelle absolute Trennung von analoger und digitaler Welt insistiert die Frage, was das logische Denken nostalgisch oder notwendig an die Physik bindet. Teil der Präsentation der *Nybble Engine* ist neben der Installation von Bildschirm und Steuergeräten die Re-Materialisierung einer Datenmenge als 3D-Fräsung in elastische Materie³⁷⁰ - der aktuelle Ausdruck des Digitalen. Und die Turingmaschine ist Fleisch geworden.

Entgegen dem Diktum Norbert Wieners (und Leo Szilards über Entropieverminderung in der Maschine), daß Information weder Materie noch Energie sei, meldete das Fraunhofer-Institut, daß vor allem Fernseher, Telefone, Server, Netzanschlüsse fürs Internet und die Mobilfunksysteme den Energieverbrauch dramatisch ansteigen lassen. Bis 2010, so die damalige Voraussage, würden diese Geräte 45 Prozent mehr Strom konsumieren als um 2000.³⁷¹ Zusätzliche Kraftwerke werden dafür benötigt – und damit die Wiedereinkehr der Thermodynamik als entscheidender Faktor in die Medienkultur. Der Bedarf steigt, weil im *embedded computing* alle möglichen Geräte als „Internet der Dinge“ miteinander vernetzt werden. Zwar gibt es Stromverbrauch in diesem Netz, doch seinerseits wurde das Internet modellbildend nicht als Energielieferant für Endgeräte, sondern als Informationsübertragungsmedium.

Das Programm einer buchstäblich *elementaren* Medienwissenschaft (elementar auch im Sinne der *Stoicheia* des Euklid) analysiert den Zusammenhang von modularer Programmierung symbolischer Zeichen und der diskreten Materialitäten von Hardware (die Bedingung von Kommunikationsnetzen in Glasfaserleitungen etwa). Aus der immer strikteren Kopplung von Computer und Netz resultiert ein anderer

369 Trogemann / Viehoff 2005: 84

370 Nybble-Engine, hg. v. CLIMAX (Jahrmann / Moswitzer / Rakuschan), Wien (CLIMAX) 2003

371 Meldung wvp, Internet frißt mehr Strom als erlaubt, in: Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung Nr. 9 D v. 2. März 2002, 1

medienarchäologischer Blick: die Beobachtung (*theoría*) dessen, wie aktuelle Medienpraxis den Computer selbst umkodiert. Während der Begriff des *grid computing* dieser topologischen Realität noch nahesteht, verführt das Konzept der „Cloud“ zur Metaphysik. Die Anstrengung von Medienarchäologie ist es, der begrifflichen Metaphorisierung zu widerstehen.

Begriffs(ver)klärungen: Metaphern in der Informatik

Trennscharfe medienanalytische Begriffsklärung gilt auch für die Informatik als eine der notwendigen Quellen medientechnischen Wissens, und als Schwesterdisziplin der (in diesem Sinne ganz bewußt so formulierten) Media Science.³⁷² Einerseits ist sie definiert als [d]ie Wissenschaft von der systematischen Verarbeitung von Informationen, besonders mit Hilfe von Computern“, und sie versteht sich als „[e]ine eher ‚harte‘ Wissenschaft, stark technisch und mathematisch geprägt, exakt, an Fakten orientiert, die Begriffswelt präzise definiert“³⁷³. Andererseits ist gerade die Sprache dieser Informatik von Metaphern durchwirkt. „Paßt das zusammen?“, fragt der Informatiker Carsten Busch: „Ja, denn eine Wissenschaft – zumal eine immer noch so junge wie die Informatik“ – und die Medienwissenschaft, möchten wir ergänzen – „ist darauf angewiesen, die von ihr untersuchten Phänomene und entwickelten Produkte zu benennen. Und nicht für alles kann ein völlig neues Wort erfunden werden [...]. Also wird auf bekannte Worte aus dem menschlichen Alltag, der Natur oder anderen Wissenschaften zurückgegriffen. [...] In der Elektrotechnik etwa leben noch heute Begriffe fort, die dem Bereich des Wassers entstammen: Strom, Kanal, (Strom-)Quelle und Kondensator [...].“³⁷⁴ Dazu gehört auch der Name für die Disziplin der Informatik selbst, der hier im Unterschied zum alltagssprachlichen Informationsbegriff nicht schlicht Mitteilung oder Inhalte im Sinne dessen meint, was der Bote überträgt oder die Zeitung zeitigt, sondern im Sinne der mathematischen Informationstheorie Shannons eine räumliche respektive zeitliche Folge physikalischer Signale, die mit mathematisch bestimmbar Wahrscheinlichkeiten respektive Häufigkeiten auftreten – mithin ihre mittlere Entropie – auftreten.³⁷⁵

³⁷² Dazu W. E., Das Wissen von Medien und seine techno-logische Erdung, Geleitwort zu Bd. I (Logik, Informations- und Speichertheorie) des Lehrbuchs *Medientechnisches Wissen*, hg. v. Stefan Höltgen, Berlin / Boston (Walter de Gruyter) 2018, 5-12

³⁷³ Carsten Busch, Zur Bedeutung von Metaphern in der Entwicklung der Informatik. Theorie und Beispiele, in: Dirk Siefkes et al. (Hg.), *Sozialgeschichte der Informatik. Kulturelle Praktiken und Orientierungen*, Wiesbaden (Springer Fachmedien) 1998, 69-84 (69)

³⁷⁴ Busch ebd.

³⁷⁵ Busch 1998: 77, unter Bezug auf Duden Fremdwörterbuch, Mannheim 1982, 341

Ein weiterer Satz in Buschs Diagnose wird nach gut zwei Jahrzehnten unerwartet wieder – und ganz im Sinne der Argumentation dieser Vorlesung – reaktiviert: „Viele wichtige Begriffe der Informatik sind in ihrer Geschichte, Wirkung und inhaltlichen Tragweite wesentlich genauer zu erfassen, wenn man ihren metaphorischen Gehalt berücksichtigt, z. B. [...] ‚virus‘“³⁷⁶ - hört, hört. Was aber, wenn der Virus nicht nur in der mikrobiologischen Welt, sondern auch als Phänomen der Computerkultur seine Metaphorizität verliert? „Vorweggenommen wurde der Begriff 1972 von David Gerrold im Science Fiction ‚Ich bin Harlie‘. In diesem Roman beschreibt der Autor Funktionsweise und Charakteristika von Virenprogrammen. Neben Reichweite und Gefährdungspotential deutet Gerrold auch die Möglichkeiten und Grenzen eines Anti- Virenprogramms [...] an.“³⁷⁷ Busch mahnt an dieser Stelle kritisch an, daß zur damit begrifflich unterstellten „konkreten Ähnlichkeiten von Computer-Viren zu biologischen einige Zweifel angebracht“ seien, „aber ihre Existenz kann von unzähligen Computer-Anwendern in aller Welt aus leidvoller Erfahrung bestätigt werden. Hier scheint sich tatsächlich ein metaphorischer Begriff seinen Gegenstand selbst geschaffen zu haben.“³⁷⁸

Dieser Prozeß betrifft auch den Begriff des Computers selbst, insofern er „den typischen Fall einer anthropomorphen Metapher“ darstellt, „bei der ein Begriff zur Bezeichnung einer menschlichen Handlung“ - nämlich zumeist weibliche Rechenkräfte - „in den Kontext einer technischen Funktionalität übertragen wird“³⁷⁹.

Metaphern an sich sind eine jener brisanten Sprachtechniken, die zugleich Subjekt und Objekt medienwissenschaftlicher Analyse bilden und damit erneut die Frage aufwerfen, in welchem Verhältnis das digital aufgezeichnete Gesicht eines Universitätsprofessors im Vorlesungsvideo zum leiblichen und geistigen Hochschullehrer steht. Der Begriff der „Metapher“ meint bei Aristoteles als Kompositum aus *meta-* („über“) und *phora* („getragen“) „nichts anderes als ‚Übertragung‘. Und zwar eines Wortes bzw. einer Gruppe von Wörtern aus ihrem „eigentlichen“ Bedeutungszusammenhang in einen anderen, ‚uneigentlichen‘.“³⁸⁰ Ein Beispiel dafür im Feld des *computing* ist „the suggestion that certain information is ‚encoded‘ or ‚indexed‘ in ‚memory store‘ by ‚labeling‘, whereas other information is ‚stored‘ in ‚images‘“³⁸¹.

376 Busch 1998: 70

377 Hedwig Brobeil, Software Angriffe auf PCs und Netzwerke, München 1992, 95

378 Busch 1998: 80

379 Busch 1998: 76, unter Verweis auf: Karlheinz Jakob, Maschine, Mentales Modell, Metapher, Tübingen 1991

380 Busch 1998: 70, unter Bezug auf: Gerhard Kurz, Theorie, in: ders. / Theodor Pelster (Hg.), Metapher. Theorie und Unterrichtsmodell, Düsseldorf 1976, 7-25

Marshall McLuhan hat darauf hingewiesen, daß alle technischen Kommunikationsmedien buchstäblich „metaphorisch“ im Sinne der „Übertragung“ sind.

Busch interpretiert selbst das Begriffspaar „Codieren / Übersetzen“ (und konkret auch den Compiler respektive Interpreter im Computer selbst) beim Programmieren „als Übertragungsvorgang zwischen menschlicher Sprache / Problemsicht in eine maschinelle und umgekehrt“³⁸². Die Computerprogrammierung als Kerngeschäft der Informatik „[...] quillt geradezu über vor Metaphern. Dies reicht von Metaphern in der Syntax von Programmiersprachen, also Ausdrücken wie goto, write, read, begin, end, loop, size, first, last, ready, true, false, comment oder library, über die Bezeichnungen für Daten- und Kontrollstrukturen, also Ausdrücke wie Baum, Block, Feld (array), Haufen, Keller, Liste, Stapel, Schlange, Schleife, Sprung, Vererbung oder Zeiger“³⁸³.

"COMPUTERSPIELE" (konkret und erweitert)

Computerspiele als Gegenstand medienarchäologischer Quellenkritik: "Pong" zum Beispiel

Zur (Un-)Zeit medienarchäologischer Objekte: Für medientechnische Artefakte wie das Computerspiel Pong ist die sogenannte "Innere Quellenkritik" (jenseits der materiellen "Äußerer Quellenkritik", wie sie die Diplomatik als Urkundenkunde kennt), also die Frage nach der "Zeitnähe" einer historischen Quelle, nur noch "bedingt zielführend" (490). "*Pong* berichtet nicht zeitnah von historischen Ereignissen, es berichtet und wertet überhaupt nicht" (ebd.) - und damit stehen Hardware wie Software gewissermaßen außerhalb der *historischen* Zeit, zugunsten einer genuin technologischen Innerzeitlichkeit. Dies erfordert nun in der Tat nach medienarchäologischer Analyse nicht als schlichter weiterer "Historischer Hilfswissenschaft", sondern als deren Alternative. Denn während eine mentalitätsgeschichtliche Analyse anthropozentrisch "die Oberflächenaspekte (zum Beispiel Benutzerschnittstelle) von Computerspielen untersucht" und "Unterflächenaspekte (zum Beispiel Programmcode) ausgeblendet" bleiben (491), fokussiert Medienarchäologie in Anlehnung an Frieder Nake gerade diese. Die "Unterflächenaspekte" geben das Stichwort für eine wirkliche medienarchäologische Quellenkritik. Im Historiker-Artikel zu "Pong" ist die Rede davon, dass das Arcade-Spiel von Alcorn 1972 "programmiert" wurde. Tatsächlich aber handelte es sich vielmehr um ein Schaltkreis-

381 Richard Boyd, Metaphor and Theory Change - what is 'Metaphor' a Metaphor for?, in: Andrew Ortony (Hg.), Metaphor and Thought, Cambridge, Mass. 1979, 360

382 Busch 1998: 81

383 Busch 1998: 80, uner Bezug auf Ausdrücke aus den Programmiersprachen Fortran, Simula, Ada und Cobol (Anm. 9)

Design, also "hard-wired" Code, mithin operative Diagrammatik im materiellen, nicht algebraischen Sinne von Peirce. Symbolisch programmiert wurde die Pong-Maschine ganz und gar nicht. "Allerdings dürfte Alcorn nicht Trial-and-error-mäßig losgelötet haben, sondern die Funktionen des Spiels zunächst in Logik-Diagrammen schriftlich konstruiert haben. Das Ergebnis hat er dann in eine Schaltung überführt."³⁸⁴

Computerphilologie und algorithmisierte Geisteswissenschaft:

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

Medienphilologie

Techniknahe Medienwissenschaft widmet sich (u. a.) zwar auch der kritischen Analyse von Massenkommunikationsmedien, doch nicht den brisanten gesellschaftlichen Inhalten in den „social media“, sondern Grundsatzforschung der *media*, den technologischen Existenzweisen als solchen. Zu ihren Methoden gehört im Bouquet der Methodenvielfalt dezidiert die 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. Matthew Kirschenbaum, der mit seiner Monographie *Mechanism* die „digitale Forensik“ als neue überlieferungskritische Analyse des Zeitalters computativer Medien ins Bewußtsein gerufen hat, wurzelt ausdrücklich in der Textwissenschaft.³⁸⁵

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:

384 Elektronische Kommunikation Stefan Höltgen, 4. November 2020

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

die Urkundenkritik. Für materielle Diplomatie 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 Gerhard's klassische Definition des tatsächlichen Fachs Archäologen – „monumentale Philologie“.³⁸⁶

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 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

³⁸⁶ Eduard Gerhard, Zur monumentalen Philologie. Vortrag vor der Philologenversammlung in Berlin im J. 1850, mit den damals aufgestellten Lehrsätzen: Archäologischer Anzeiger 1850, 203 ff.

Vilém Flussers Aufsatz „Die Auswanderung der Zahlen aus dem alphanumerischen Code“³⁸⁷ leitet sich eine dezidiert neuphilologische 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.³⁸⁸

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“ beschreibt³⁸⁹, 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 tatsächlichen Verschaltungen auf – womit die prinzipiell universelle Turingmaschine, „der“ Computer, in den Plural seiner diversen tatsächlichen Implementierungen übersetzt wird, „die“ Computer.³⁹⁰

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 herumgesprochen hat. Spätestens, seitdem Kittlers Programmierwerk selbst Teil des Deutschen Literaturarchivs in Marbach am Neckar geworden ist, ruft sich diese Einsicht wieder in Erinnerung.

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

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

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

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

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 10.³⁹¹

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.

Medienarchäologische Einblicke: Mikrochips und EPROMs

In einer telegraphischen Installation im ehemaligen „Palast der Republik“ in Berlin-Mitte, Herbst 2004, blinkte eine buchstäblich medientheoretische, weil auf der nachrichtentechnischen Theorie der Kommunikation beruhende Einsicht auf. Ein Scheinwerfer blinkte aus dem längst erloschenen einstigen Lichtpalast vermittelt eines computergesteuerten Relais einen Morse-Code³⁹², das Gebot von Medienwissenschaft Ende des 20. Jahrhunderts Richtung Fernsehturm am Alexanderplatz – zugleich eine Erinnerung an dessen ersten Entwurf, Hermann Henselmans „Turm der Signale“. „Information is information, not matter or energy. No materialism which does not admit this can survive at the present day.“³⁹³ Steht Wieners Satz nicht nur im

³⁹¹ Nick Montfort et al. (Hg.), 10 PRINT CHR\$(205.5+RND(1)); : GOTO 10, Cambridge, Mass. / London (The MIT Press) 2013

³⁹² Dazu W. E., Licht im Palast. Eine postmortale Erinnerung an den Code der DDR, in: Tumult (Vierteljahrszeitschrift), Nr. 1 (Frühjahr 2013), 54-56

³⁹³ Norbert Wiener, Computing Machines and the Nervous System, in: ders., Cybernetics or control and communication in the animal and the machine,

Buchdruck, sondern selbst medienoperativ, wird er zur *self-fulfilling prophecy* im Sinne angewandter Medientheorie. Nicht gespeichert als Loop, sondern in Echtzeit algorithmisch regeneriert war dieser Satz zugleich die Botschaft seines Codes.

„Information is information ...“. Die Inbeziehungsetzung des Wiener-Theorems zum „Palast der Republik“ ist eine medientheoretische Deutung von Faktoren, die zum Zusammenbruch des einstigen sozialistischen Regimes in Ost-Berlin führten. In ihrem Fokus auf der Verarbeitung von Materie und Energie, auf Kohle und Stahl und Starkstrom, scheiterte die marxistische Ökonomie an der Herausforderung der neuen Ware namens binärer Information auf Schwachstrombasis.

Erst im letzten Moment lenkte das Regime (das Ministerium für Elektrotechnik und Elektronik) unter dem Kodennamen Mikron seine Planwirtschaftskraft auf die Entwicklung und die Serienproduktion des integrierten 1-Megabit-Schaltkreises (und die Perspektive des 4-Mega-Chips) um, konzentriert auf das Zentrum für Mikroelektronik in Dresden und seine Zulieferungsfabriken (etwa der VEB Spurmetalle in Freiberg, und ein geplantes Werk zur Herstellung von Reinstsilizium), sowie den VEB Mikroelektronik „Karl Marx“ in Erfurt – wie auch die Geheimstadt Selenopolis bei Moskau. Die schichtweise Auftragung und anschließende Strukturierung eines hochintegrierten Schaltkreises in sukzessiven, buchstäblich medienarchäologischen Lagen ist eine Logifizierung von Materie. *En arché* der *lógos* – buchstäblich archäologisch; und dieser *lógos* ist Fleisch / Materie geworden.

Dem widmete sich das sechsteilige Feature *Neuland* von Dörte Fiedler im Deutschlandfunk (Sendung 20. sowie 23. November 2018). Die Serie oszillierte zwischen Medienarchäologie und Erzählung, menschenfern und anthropozentrisch. So verkündete es der DLF auf seiner Webseite unter der Schlagzeile „Von Halbleitern und Heimat“ als Primat des Narrativen: „Die sechsteilige Serie erzählt anhand der Geschichte der ostdeutschen Mikroelektronik-Industrie ein Stück deutsch-deutscher Vergangenheit. Im Zusammenspiel vieler kleiner Geschichten und Beobachtungen ergibt sich ein Panorama der DDR kurz vor und nach der Wende.“³⁹⁴

1988 stellte SED-Generalsekretär Erich Honecker Michaeil Gorbatschow in Moskau in aller Öffentlichkeit einen funktionsfähigen Prototyp des in der DDR entwickelten 1-Megabit Integrierten Schaltkreises vor. Für die Produktion dieser Mikroelektronik sollte in Dresden-Gittersee ein überkommenes Uranbergwerk in ein Reinstsilizium-Werk transformieren. Die Dresdner Umweltbewegung protestierte unterdessen gegen die mit

Cambridge, Mass. (M. I. T. Press), 2. Aufl. 1962 [*M. I. T. 1948], 116-132 (132)
394 https://www.deutschlandfunk.de/feature-serie-neuland-von-halbleitern-und-heimat.2897.de.html?dram:article_id=433615, Abruf 21. November 2018

der Silizium-Herstellung verbundenen Gefahren durch den Transport hochexplosiver und hochtoxischer Chemikalien.

Stellt sich die medienarchäologische Gretchenfrage: Sind technische Medien als Gegenstand einer solchen Erzählung respektive Historie mit der *Unzeitlichkeit* ihrer eigentümlichen Aussageform, der elektronischen und / oder logischen Schaltung, *inkommensurabel*?

Die aktuelle Debatte um Datensicherheit in Mobilfunkgeräten angesichts der anstehenden Marktbeherrschung durch neue Firmen kann sich nicht auf politische oder marktwirtschaftliche Fragen beschränken, sondern verlangt komplementär nach präziser Analyse ihrer Hard- und Softwarekomponenten. Eine „radikal“, d. h. Den technologischen Verhältnissen bis zu den Wurzeln auf den Grund gehende Medienarchäologie, sucht deren kritischen Punkte und Prozesse zu identifizieren - und leitet von dort aus, in Verzweigungen, ihre jeweils epistemologischen und / oder mikropolitischen sowie -ökonomischen Schlußfolgerungen ab.

Dazu bedarf es einer konkreten Form der Analyse: Datenforensik und Medienanatomie. Anatomie sei hier als die dem Erkenntnisgewinn dienende Sezierung auch nicht-organischer, technologischer Körper durch ihre buchstäblich analytische Operation, den Aufschnitt, verstanden.

Medienanatomie, in Anlehnung an Jan-Peter R. Sonntags „Anatomie“ von Friedrich Kittlers selbstgelötetem modularen Synthesizer im Medientheater der Berliner Humboldt-Universität, ist eine Methode, eine dezidiert wörtlich genommene Form von *medienaktiver theoria*: keineswegs nur externe Beobachtung, sondern „radikal“ mikro-epistemische Einsicht, im unabdingbaren *Mitvollzug* - „direct engagement with technology“³⁹⁵, mithin Medienha(e)ndeln.

Damit zum mikroskopisch augmentierten Einblick in den 1-Megabit-Chip der DDR, konserviert als Exemplar im Deutschen Technikmuseum München oder dem Heinz-Nixdorf-Forum Paderborn. Das eigentlich techno-logische Ding gibt sich erst unter der aufgeätzten Oberfläche wieder zu erkennen.³⁹⁶ Die optisch bloßgelegte (oder auch schaltungstechnisch abgeleitete) integrierte Schaltung, gleich der bestückten Platine eines Transistorradios, ist verdinglichter *lógos*: eine nicht-menschliche Verkörperung von mathematischer Eleganz. Mit am technologischen Werk ist materialisierte Theorie, und damit die Wissenslust an der Entsubjektivierung des menschlichen Verhältnisses zur Welt.

395 Eine einleitende Formulierung von Armin Schneider im Kolloquium *Medien, die wir meinen*, 12. Dezember 2018

396 Siehe <https://de.wikipedia.org/wiki/U61000>, Abruf 12. Dezember 2018

Ein Bild auf der Webseite des DLF zur Neuland-Sendung zeigt Honeckers Übergabe des Megachip-Chip an Gorbatschow, die Bergleute für das geplante Reinstsilizium-Werk, sowie quer darüber gelegt die Blaupause des 1-Megabit-Chip. Der narrativ-ikonische und der diagrammatische Anteil des Bildes sprechen nicht nur zwei Bildformen, sondern auch zwei Zeiten an: das historische Ereignis / der Kontext, sowie die weitgehend zeitinvariante Techno-Logik der Schaltung, seit der aristotelischen Syllogistik her.

Wie verhält sich die narrative, die menschliche Seite dieser Episode gegenüber ihrer Techno-Logik? Stehen der erzählbare (affektive) und kalkulierende (zerebrale, mathematisierende / logisch schaltende / sprachlich sich artikulierende) Mensch in einen un-stetigen Verhältnis gegeneinander? Über den Entwurf und die Herstellung eines Megabit-Speicherchips gebeugt, „unterliegt“ das *subiectum*, der Mensch, jener techno-logischen Kopplung, die eine Eigenwelt gegenüber seiner kontingenten Umwelt bildet. Jede technologische „Objektivierung des Geistes“ (Hegel), einmal der Materie anheimgegeben, ist zugleich Kulmination und Transzendenz menschlichen Wissens – ein Spiel, auf das sich der forschende Geist provokativ einläßt. Der Kontext namens Geschichten bildet nur den imaginären Teil dieser Konstellation ab; entscheidend aber sind die unerzählbaren Einbrüche des Realen. Die unerbittliche Techno-Logik steht asymmetrisch gegenüber den Kontingenzen ihrer materialen Verwirklichung. Dies macht das medienarchäologische Momentum gegenüber der sogenannten Medienhistorie aus.

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 alphanumerischen 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*.

Die Liebe zum Buchstaben wurde einst durch signalverarbeitende Technologie herausgefordert. 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 *lógos* in den technomathematischen Medien. Die aktuelle Medienkultur ruft erneut zur buchstäblichen Entzifferung auf; jetzt aber als „Liebe zur Ziffer“ (Arndt Niebisch³⁹⁷).

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.³⁹⁸

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

397 Arndt Niebisch, Die Liebe zur Ziffer, in: Pál Kelemen / Ernő Kulcsár Szabó / Àbel Tamás (Hg.), Kulturtechnik Philologie. Zur Theorie des Umgangs mit Texten, Heidelberg (Universitätsverlag Winter) 2011, 165-183

398 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

Aufnahme, deren Nadelkurven Adorno später noch metaphorisch als Schrift bezeichnete³⁹⁹, gegenüber den urheberrechtlich geschützten Texten der Lyrik und der musikalischen Notation ein grundsätzlich anderes technisches Dasein dar?⁴⁰⁰

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 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 dientem 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 Klangaufzeichnungmediums 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 ...“⁴⁰¹

Was wie die analoge Abtastung der Schallbilder mit einer „virtuellen, digitalen Grammophonadel“⁴⁰² 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.

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

400 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) (ein Auszug aus dies., Scripts, Grooves, and Writing Machines. Representing Technology in the Edison Era, Stanford (Stanford UP) 1999

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

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

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, 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 altherwürdigen, 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.

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.“⁴⁰³ Das Gegenstück dazu sind die Monumentalwissenschaften.

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 die Zwillingschwester 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 Dokumentationswissenschaft⁴⁰⁴ 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* [...]“⁴⁰⁵; für Computerarchäologie

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

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

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

heißt dies unerbittlich, die monumentale Hardware von der philologischen Software her zu verstehen.

<s. Abschnitt „monumentale Philologie“, resp. Helbig's Faksimiles etruskischer Grabmalerei, in ROM\ESCH>

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.⁴⁰⁶

Das Computermuseum als Signallabor

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 wertvolle 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.

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

⁴⁰⁶ Siehe Martin Gierl, *Geschichte als präzisierte Wissenschaft*. Johann Christoph Gatterer und die Historiographie des 18. Jahrhunderts im ganzen Umfang, Stuttgart (frommann holzboog) 2012

Labyrinth der Galerien und Säle als Allegorie eines museologischen Plans durchhören dürfen oder müssen, würden sie in computersimulierten Virtual Realities das Labyrinth der Siliziumarchitektur selber durchirren. 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“⁴⁰⁷ - die zwei Körper der Computerkultur.

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

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 Homers, zeitigt damit methematische, hart epistemologische Früchte.

[Ein Self-Organizing Net beschreibt Distanzverhältnisse durch 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.⁴⁰⁸]

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

407 Friedrich 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 (xxx)

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

Verteilung“, eine Art Galton-Brett, als „Modell der Mischung von Wortlängen in verschiedenen Sprachen“⁴⁰⁹, 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.“⁴¹⁰ 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“⁴¹¹; analog dazu für den Fall musikalischer Notation: Übergangshäufigkeit der Tonfolgen bei Kompositionen von Bach *versus* Beethoven.

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“⁴¹².

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.

Eine Wissenschaft technischer Medien im archäologischen Sinne praktiziert das *close reading* der Artefakte, die dichte Beschreibung der technologischen Ensembles als solcher (Simondon), und ein *distant reading* (Moretti) in der algorithmischen Analyse digitalisierter Welt- und Zeitdaten. Zur massendatenbasierten Methode der *culuromics* zählt der Ngram Viewer unter 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)“⁴¹³ - eine Selbstreferenz der Google-Galaxis. Damit lassen sich zwischen verschiedenen Begriffen Korrelationen

409 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

410 Fucks 1968: 91

411 Fucks 1968: 28

412 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.

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

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

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 Kodes als *computing* nach der Epoche analoger Signalverarbeitung in hochtechnische Medien ist mithin „Humanities 2.0“, eine Rekursion des ersten typographischen Informationszeitalters.

In der Biographie „bleibt Alles, was Psychologie und genialer Blick leisten können, ganz ungenügend, wo Handschriften fehlen.“⁴¹⁴ Was aber, wenn „zwischen Hand und Schrift“ (Heidegger) die maschinale Typographie tritt? „Nur was der Geist geschaffen hat, versteht er“⁴¹⁵; 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 [...].“⁴¹⁶

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, vermittelst deren

414 Dilthey 1889: 354

415 Dilthey 1910: 180

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

umfassendere geistige Bewegungen oder Veränderungen gleichsam biologisch gemessen werden können, bietet die Generation sich dar.“⁴¹⁷

Aus Liebe zum Buchstaben (und zur Zahl)⁴¹⁸

Wer Literatur liebt, liest das alphabetisch notierte Wort. Ein solcher 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 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.⁴¹⁹

Selbst die Dialektik (der Widerstreit) von Buchstabe und Zahl (die Gretchenfrage der Digital Humanities *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.

417 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

418 Siehe Arndt Niebisch, xxx

419 Elektronische Kommunikation von Ute Holl, 14. März 2015

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 Digital Humanities *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“⁴²⁰ - 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 kontinuierlichen Zeitauffassung Unterteilung der Zeitachse in Intervalle: „Die so mit den Zahlen 0,1,2 ... berechneten Zeitpunkte $t_0, t_1, t_3 \dots$ nennen wir *Takte*“⁴²¹; 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“⁴²² - 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.⁴²³ Der Einsatz elektrotechnischer

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

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

422 Dilthey 1910 / 1981, 242

423 Siehe Hermann Helmholtz, *Ueber das Verhältniss der Naturwissenschaften zur Gesammtheit der Wissenschaften*, Heidelberg (Mohr) 1862

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) Ironie⁴²⁴, doch verkörpert es die kritische Distanz.

Steht eine post-klassischen Verteidigung der „Geisteswissenschaften“ an?

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 *Inhumanities*?

Demgegenüber heißt „Aktualisierung der Geisteswissenschaften“ nicht die Rehumanisierung von Technik, sondern epistemologische Erkenntnisfunken auch aus nicht-menschlichen Verhältnissen und ihrem impliziten Wissen zu schlagen, als „Humanities of the Digital“⁴²⁵. Eine Vergeisteswissenschaftlichung des Digitalen (statt Aktualisierung der klassischen Geisteswissenschaften durch die schlichte Digitalisierung und

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

425 Siehe Jan Claas van Treeck, Humanities of the Digital – exorcizing Ghosts (Juli 2018), https://www.musikundmedien.hu-berlin.de/de/medienwissenschaft/medientheorien/hausarbeiten_essays/pdfs/jcvt-humanitiesofthedigital2018.pdf

online-Zirkulation ihrer Datenbanken) ist die Kunst, jene Fragen herauszufinden, 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 Berrys *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 „Intelktualisierung“ 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.⁴²⁶ 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 epistemologische Fragestellungen) der *big data*-basierten Digital Humanities, zugunsten von *Humanities of the Digital*.

Der Begriff der Geisteswissenschaften hatte einst seinen Sinn verloren, weil sie die Frage nach den technischen Bedingungen von Kommunikation zu stellen vergessen oder sich geweigert hatten, um die der Humanismus noch wußte, als wissensstiftende „Telekommunikation im Medium der Schrift“⁴²⁷. Inzwischen aber wird unter Digital Humanities

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

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

nur nur die Anwendung digitaler Computer in der geistes- und kulturwissenschaftlichen Forschung, sondern umgekehrt auch die Anwendung geisteswissenschaftlicher Methoden auf digitale Objekte verstanden.⁴²⁸ Dieser „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.“⁴²⁹

Es waren die Hilfsdisziplinen 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“⁴³⁰.

An die Stelle der alten geisteswissenschaftlichen Kategorie „Geschichte“ treten nun Tempor(e)alitäten, 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.

Michael Mahoney definiert Software als „dynamic artefacts“⁴³¹. 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).⁴³²

428 Siehe etwa Melissa Terras / Julianne Nyhan / Edward Vanhoutte (Hg.), *Defining Digital Humanities. A Reader*, London (Ashgate) 2013

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

430 Kittler 1980: 8

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

432 http://www.wired.com/magazine/2012/02/ff_dysonqa/all/1, Abruf 27. September 2012

Was literaturwissenschaftlich einmal Variantenforschung war, ist heute der DIFF-Algorithmus im „wayback“-Gedächtnis von Wikipedia-Einträgen. Hier kommen die buchstäblichen Wahlverwandtschaften 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 (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.⁴³³ 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.⁴³⁴ Prähistorische Archäologie praktiziert „distant reading“ nicht als diskursanalytische Tugend, sondern aus purer Not: der radikalen Abwesenheit von Schriftzeugnissen der vergangenen Kulturen.

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

434 Gundlach, *Maschinelle Philologie als historische Hilfswissenschaft*, in: xxx, 1968, 232, unter Bezug auf die Fachzeitschrift *Computer and the Humanities* New York 1966 ff., sowie auf den *Newsletter of Computer Archaeology*; ferner Rolf Gundlach, *Archäographie - eine anwendungsorientiert archäologische Disziplin*, in: *Archäographie (Archäologie und Elektronische Datenverarbeitung)*, Bd. I (1968)

Transformation des „historischen“ Archivs: Serielle Geschichte, Kriometrie, alternative Zeitdiagramme

Frederic Kaplan transformierte das tausendjährige Archiv der Republik Venedig, nachdem seine Urkunden einmal durch Digitalisierung dem Computer anheimgegeben wurden, in die virtuelle *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 kommen⁴³⁵ - 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“ (*nolens volens* im Bund mit der Deutung von 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? In seinem Aufsatz „Locating the Victims: The Nonrole of Punched Card Technology and Census Work“⁴³⁶ 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.“⁴³⁷

Lev Manovichs Forschungsprojekt *selfiecity.net - analysis and visualization of thousands of instagram selfie photos* am Department of

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

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

437 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

Computer Science⁴³⁸, 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.“⁴³⁹

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 Netzwelten⁴⁴⁰ ist Quellenkritik notwendiger denn je, als eine Kritik des Quellcodes.

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.⁴⁴¹

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).

Statistik beschreibt Zustände; sie verhält sich affin zu Diskursanalysen vom Typus Foucault: Serien, Reihen sind ihr Gegenstand. In *Die Ordnung*

438 Manovichs "lab" softwarestudies.com

439

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

440 Etwa timemachineproject.eu (Frédéric Kaplan)

441 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

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.“⁴⁴² 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.“⁴⁴³ Genau diese Eigenschaft macht solche Texte formalisierbar, d. h. Automatisier- und 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“ anschließt⁴⁴⁴, 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

442 Gabriel de Tarde, *Die Gesetze der Nachahmung*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2003, Absatz „Archäologie und Statistik“, 113-162 (126)

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

444 Lev Manovich, *How to Compare One Million Images?*, in: *Understanding Digital Humanities*, edited by David M. Berry, Basingstoke (Palgrave Macmillan) 2012, 249-278

der Geisteswissenschaft“ verbunden gewesen war, wird dies erst mit der effektiven Programmierung von Hochleistungsrechnern tatsächlich vollzogen. Der Diskurs der Digital Humanities ist ein geradezu untoter Wiedergänger der heroischen Epoche kybernetischen Denkens. Nicht eine andere Epistemologie, sondern das schiere Mooresche Gesetz trennt Digital Humanities 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.“⁴⁴⁵ 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.⁴⁴⁶ 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 Digital Humanities wird darin liegen, den Literaturbegriff wieder zu begrenzen, statt der im Namen von „big data“ verheißenen Entgrenzung.

Kritik am (anglophonen) Begriff der „Digital Humanities“

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 Digital Humanities indiziert eine gewisse Befremdung, als Indiz einer kritischen Distanzierung gegenüber 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-

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

446 Jan Claas van Treeck, Humanities of the Digital – exorcizing Ghosts (Juli 2018),

https://www.musikundmedien.hu-berlin.de/de/medienwissenschaft/medientheorien/hausarbeiten_essays/pdfs/jcvt-humanitiesofthedigital2018.pdf

long histories of humankind and the real-time feeds of the now“⁴⁴⁷, 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.“⁴⁴⁸

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. 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 (Turings „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“⁴⁴⁹. Eine zentrale Aufgabe von Wissensdesign ist also nicht schlicht die graphische Gestaltung großer Datenmengen unter Einsatz des Computers, sondern die Sichtbarmachung dieses Unsichtbaren in der Datenprozessierung selbst – den Prozeß eher als schlicht das finale Interface-Phänomen.

Im strengen Sinne des promovierten Literaturwissenschaftlers McLuhan (*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

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

448 Ibid., 84

449 Eric W. Steinhauer, *Wissen ohne Zukunft?* Referat auf der Urheberrechtstagung am 9. November 2011 in Göttingen (Typoskript)

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 „Vorhersage und Entropie der gedruckten englischen Sprache“ meisterhaft vorgegeben hat.⁴⁵⁰

„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“⁴⁵¹ – die von Frider Nake so genannte „Unterfläche“. Auch Filmphilologie 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.

Der Quellcode von Software wird nicht mehr wie die „heiligen Texte“ der vorherigen Kulturgeschichte von Priestern und Ideologen, sondern von der CPU in Mikroprozessoren gelesen, um folglich für Menschaugen überhaupt erst lesbar zu sein. Dieser primäre nicht-menschliche „Interpretant“ (i. S. Von Peirce) ist algorithmischer Natur.⁴⁵²

450 In: Claude E. Shannon, Ein / Aus. Ausgewählte Schriften zur Kommunikations- und Nachrichtentheorie, hg. v. Friedrich Kittler et al., Berlin (Brinkmann & Bose) 2000, 237-256

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

452 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

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*.⁴⁵³ Im Sommer 2016 wurde dieses Programm durch Johannes Maibaum auf einem antiken PowerPC-Macintosh im Signallabor des Fachgebiets Medienwissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin wieder in Funktion gesetzt und in Form eines Screencasts im Streaming Media-Kanal YouTube dokumentiert.⁴⁵⁴

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 Einfluß digitaler Kommunikation der Umgang mit Texten nachhaltig verändert ist inzwischen zu einer trivialen literaturwissenschaftliche Erkenntnis geworden. 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).

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

453 Siehe Espen Aarseth, Aporia and Epiphany in "Doom" and "The Speaking Clock." *The Temporality of Ergodic Art*, in: *Cyberspace Textuality. Computer Technology and Literary Theory*, hg. v. Mary-Laure Ryan, Bloomington 1999, 31-41

454 <https://youtu.be/ZHyni32CyQA> (Version mit deutschen Untertiteln)

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 Litreraturwissenschaft eine nicht weniger frohe Botschaft als die Ursprung des Vokalalphabets aus dem Geist der homerischen Gesänge.

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 bislang unvorhergesehene Möglichkeiten der Verarbeitung literarischer (und anderer) Werke, etwa die Entropie eines Textes zu messen, wie Manovich es anhand von (zunächst allerdings noch singulären) abendfüllenden Spielfilmen, nach Einzelkadern sortiert, vollzogen hat.⁴⁵⁵ Die eigentliche Stunde 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* auf die epochale Datenmengen von einhundert Jahren Film exponentiell erweitert wird.⁴⁵⁶

Digital Humanities 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.⁴⁵⁷ 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.

455 Dazu die Fallstudie von Matthias Wannhoff, www.medientheorien.hu-berlin.de/hausarbeiten

456 Eine These von Philipp Sander, Berlin (September 2017)

457 Dazu Florian Dambois, Angeschlagene Moderne, in: Andi Schoon / Axel Volmar (Hg.), *Das geschulte Ohr*, Bielefeld (transcript) 2012, 165-170 (152)

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.⁴⁵⁸ 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.⁴⁵⁹

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 Sinngabung, also der *Kalkül* „anstelle eines phänomenologischen oder hermeneutischen Verstehens“⁴⁶⁰). 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.

„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.“⁴⁶¹ Dieser

458 Ein Argument von Walter Seitter, Wien

459 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>

460 Helmar Frank, Kybernetische Pädagogik, in: Simon Moser (Hg.), Information und Kommunikation. Referate und Berichte der 23. Internationalen Hochschulwochen Alpbach 1967, München / Wien (Oldenbourg) 1968, 111-120 (113); Wiederabdruck in: Kybernetische Pädagogik. Schriften 1958-1972, hg. v. Brigitte S. Meder / Wolfgang Schmid, Bd. 1, Stuttgart / Berlin / Köln / Mainz (Kohlhammer) 1973, 477-486 (479)

461 Burdick et al. 2012: 53

„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.“⁴⁶² Lektüre als Dekodierung liest noch nicht Literatur, sondern ist buchstäblich(e) Auf-Lese, Sampling, ein Versammeln und Auflesen (al griechisch *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.“⁴⁶³ 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.⁴⁶⁴ Ein Argument in Semen Karsakovs 1832er Entwurf einer komputativen *Ideenmaschine* lautet: Sobald Sprache in alphabetische Zeichen entäußert wird, ist sie als symbolische Ordnung mechanisierbar.⁴⁶⁵

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.⁴⁶⁶ 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.

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

463 Siegfried Kühlewind / Klaus Schwedler, Datenträger. Fachkunde für Datenverarbeiter, 6., bearb. Aufl. Berlin (Verlag Die Wirtschaft) 1969, 7

464 Martin Heidegger, Parmenides, in: ders., Gesamtausgabe Bd. 54, Frankfurt /M. (Klostermann) 1982

465 Wladimir Velminski / W. E., Semën Karsakov: Ideenmaschine. Von der Homöopathie zum Computer, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2007

466 Gundlach 1968: 232

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.⁴⁶⁷ Gerade *computational analytics* will nicht länger das Kind (den Geist) mit dem Bade (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 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 Eigenschaften aus Daten abzuleiten vermögen. Durch solch operative Hermeneutik lassen sich „neue Bedeutung von algorithmischen Mikroskopen entdecken [...], die noch gar nicht gebaut sind.“⁴⁶⁸

Werden hochkulturelle Texte genuin *medienphilologisch* verhandelt, sind sie nicht mehr auf ihre literarische Form beschränkt, sondern

467 Siehe Stephen Ramsay, *Reading Machines. Toward an Algorithmic Criticism*, Urbana, Chic. (Univ. of Illinois Press) 2011

468 Der Evolutionsbiologie Armand Marie Leroi, Cicero zählen. Algorithmus oder Kritik?, in: *Süddeutsche Zeitung*, 6. März 2015

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“⁴⁶⁹

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 Aquins⁴⁷⁰ - welcher seinerseits einst folgenreich Aristoteles' Begriff *to metaxy* ins lateinische *medium* übersetzte.⁴⁷¹

Die kybernetische Informationsästhetik hat hier weitere Wege gewiesen.⁴⁷² Ebenso, wie Gebirge erst in zunehmender Flughöhe wirklich sichtbar werden, berufen auch Archivmassen der Distanz; dem entspricht der panoptische Datenblick als „distant reading“⁴⁷³ in den Digital Humanities. Immanuel Kants *Kritik der Urteilskraft* läßt sich nachrichtentechnisch lesen - nämlich mit signalverarbeitendem, textstatistischem Blick, als statistisches *mapping* seiner Texte.⁴⁷⁴ 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.⁴⁷⁵ Den

469 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)

470 Burdick et al. 2013: 123

471 Dazu der Beitrag von Wolfgang Hagen, in: Stefan Münker / Alexander Rösler (Hg), Was ist ein Medium?, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 2008

472 Siehe Wilhelm Fucks, Mathematische Analyse von Sprachelementen, Sprachstil und Sprachen, Köln / Opladen (Westdeutscher Verlag) 1955

473 Franco Moretti, Distant Reading, Konstanz 2016

474 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, http://www.culture.huberlin.de/verstaerker/vs002/roch_adresse.html

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

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“⁴⁷⁶. 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 wissensgeschichtlichen 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*.

476 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, 217-225 (225)

P. S.: „Digital Humanities“ - 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 Digital Humanities korreliert mit der Epoche der IT-basierten positiven respektive negativen Rasterfahndung in der Epoche Herold im Bundesamt für Verfassungsschutz.⁴⁷⁷ „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.“⁴⁷⁸ *Predictive analytics* ist eine Kernoperation mit / über *big data*. So tendieren die Digital Humanities dazu, sich unwillkürlich der Datenästhetik solcher Logistik anzupassen und deren Software-Heeresgerät für kulturelle Analysen umzuwidmen.

[Die Verwendung von Algorithmen der US-amerikanischen Datenüberwachung von Seiten der National Security Agency zu Zwecken der Erforschung von *big data* in den Geisteswissenschaften ist „Mißbrauch von Heeresgerät“ im Sinne Kittlers. Ein Beispiel für die post-soziologische Anwendung derselben ist Lev Manovichs Projekt *Selfcities*. Die algorithmische Bildsortierung großer Datengruppen weist auf neue (Bild-)Erkenntniskriterien wie „Entropie“; als ästhetisches Maß war sie bereits von Abraham Moles' und Max Benses kybernetischer Informationsästhetik jenseits der klassischen Kunstgeschichte und Ikonologie formuliert (und von Rudolf Arnheim kritisiert) worden. Tatsächlich praktiziert aber wird sie vor allem im kriminalistischen oder überwachungstechnischen Gesichtsprüfung. So laufen die „digital humanities“ Gefahr, sich *volens nolens* solcher Logik in den neuen Ökonomie anzupassen; demgegenüber gilt es gewisse langsame Praktiken und kritische Distanzen der klassischen Geisteswissenschaften im akademischen Sinne zu verteidigen. Ausgehend von der Frage, welchen Effekt digitale Praktiken auf die Geisteswissenschaften haben, tut nach der *Austreibung des Geistes aus der Geisteswissenschaft* (Kittler) umgekehrt eine Wiedervergeistigung des sogenannten „Digitalen“ not.]

477 Dazu Josef Vogl, Grinsen ohne Katze, in: Hans-Christian v. Herrmann / Matthias Middell (Hg.), Orte der Kulturwissenschaft. 5 Vorträge, Leipzig (Universitätsverlag) 1998, 41-53

478 Eintrag "Predictive Analytics" in: Heinrich Geiselberger / Tobias Moorstedt (Redaktion), Big Data. Das neue Versprechen der Allwissenheit, Berlin (Suhrkamp) 2013, 301

Alternatives Computing – Prinzip Analogrechnen:

ZUR UNVERGANGENHEIT DES ANALOGCOMPUTERS

„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.“⁴⁷⁹ 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.

Zugespißt 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.“⁴⁸⁰

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.“⁴⁸¹

479 Friedrich Nietzsche, *Unzeitgemäße Betrachtungen*. Zweites Stück: vom Nutzen und Nachteil der Historie für das Leben, xxx

480 Aspray 1990, 239 u. 247

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

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.

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 auch Potentiale, die der Aktualisierung harren und über Fragen technologischer Effizienz hinaus auch von grundsätzlichem Erkenntnisinteresse sind. Dies zu erkennen tut eine 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?

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. Dem Analogrechner eignet Gegenwart und Zukunft, und zwar in epistemologischer Hinsicht. Die Erinnerung an den Analogcomputer ist keine technikhistorische Nostalgie⁴⁸², sondern soll ausdrücklich als Archäologie betrieben werden, d. h. Als Anamnese ursprünglicher Alternativen zur gängigen von-Neumann-Architektur des 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“⁴⁸³ – 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

482 Andreas Böhn / Kurz Möser (Hg.), *Techiknostalgie und Retrotechnologie*, Karlsruhe (KIT Scientific Publishing) 2010

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

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.

Die techno-logische Einsichtigkeit des Mechanismus von Antikythera

Geisteswissenschaftliche Hermeneutik unterscheidet sich nach der Verstehens-Definition Diltheys von den Naturwissenschaften durch die fehlende Möglichkeit der experimentellen Verifizierung. Es gibt aber kultur- und medientechnische Verhältnisse, die den gleichursprüngliche Nachvollzug ermöglichen. Kann zeitverschoben etwas addiert werden? Das Prinzip des Rechenschiebers (als Analogrechner), gestreckt in die Zeit. Nachträgliche Lektüre ist eine zeitversetzte Rückkopplung. Im Unterschied zum kybernetischen oder elektronischen Feedback ist diese Rückkopplung gerade nicht bloß durch Zeitverzug, sondern ausgesetzte Zeit gekennzeichnet.

Kulturtechnische Symboloperationen wie Geometrie, Mathematik und malerische Perspektive sind nicht nur vormoderne Vorläufer genuiner Medientechnik, sondern kehren ausgerechnet als in Maschinen implementierte Symboloperationen namens Computerwelten wieder ein. Nehmen wir die kulturtechnische Funktion der Buchstaben als Beispiel. Buchstaben sind zwar im Laufe der Zeit auf höchst verschiedene Weisen fabriziert worden: „Solche Frage zu stellen, das ist die gewöhnliche Funktion der Historie.“⁴⁸⁴ Buchstaben können damit religionwissenschaftlich oder ethnologisch in spezifische kultursymbolische Diskurse eingebettet werden; radikal medienarchäologisch auf das Prinzipielle, das metahistorisch Wesentliche reduziert aber werden Buchstaben zunächst als informationstragende Signale entziffert.

So unterscheidet sich die (zumindest makro-)physikalische Zeit materieller archäologischer Artefakte in ihrer Irreversibilität von der symbolischen Zeitordnung als historiographische Operation im Namen von Geschichte.

484 Mitschrift der Vorlesung *Die Liebe und der Signifikant* von Jacques Lacan (1973), in: ders., *Encore. Das Seminar Buch XX*, hg. v. Norbert Haas, Hans-Joachim Metzger, Berlin (Quadriga) 1991, 43-55

Kommunikation *mit* (und *aus*) der Antike ist aus medienarchäologischer Sicht nicht auf Mensch-zu-Mensch-Verständigung reduziert. Aus nachrichtentechnischer Sicht vermögen auch antike Maschinen mit heutiger Gegenwart zu kommunizieren – d. h. Materielle Konfigurationen, nicht einem diffusen Verständnis von beständigem Medien-Werden unterliegen, sondern technologisch fest gekoppelt sein müssen (“metastabil“), um Ereignisse zeitigen zu können. Dazu bedarf es eines kybernetischen, transhumanistischen Begriffs der Kommunikation, „die nicht an eine Person, sondern an eine Maschine gerichtet“ ist.⁴⁸⁵

Für eine gelungene Dechiffrierung eines nicht – oder nur marginal – schriftlichen Zeichensystems aus der Antike steht der sogenannten Mechanismus von Antikythera.

Der sogenannte Mechanismus von Antikythera, der offenbar der Vorausberechnung astronomischer Verhältnisse galt, wurde (vor-)schnell als antiker Computer bezeichnet. Wahr daran ist, daß er einen Analogcomputer darstellt. Der Fund ist in archäologischer Hinsicht etwas, das schon halb der Entropie verfallen war, als korrodierter Eisenklumpen. Es gelang, diese Masse wieder in einzelne Zahnräder zu unterscheiden. Erstaunen erregte der Fund, weil er aus der Zeit zu fallen schien: ein feinmechanisches Rechenggerät, wie es der Antike nicht zugetraut wurde und erst aus den Kunst- und Wunderkammern der Renaissance und des Barock vertraut war: „Der Fund des Mechanismus von Antikythera war insofern überraschend, als ein technisch so anspruchsvolles Gerät wie dieses und die in ihm enthaltene Technik und Herstellungsweise bisher aus Zeit der Antike nicht bekannt war.“⁴⁸⁶

Dies war hochinformativ im Sinne einer Kommunikationstheorie, die nachrichtentechnisch definiert wird – also in Begriffen der mittleren Entropie von Wahrscheinlichkeiten. Der Mechanismus von Antikythera kommuniziert eine unerwartete Nachricht aus der Antike, für die bislang die Existenz komplexer Zahnrad-Apparaturen nicht denkbar schien, denn „die ursprünglich nur als philosophische Tätigkeit gedeutete griechische Wissenschaft hatte sich zwar auf die erfolgreich betriebenen Zweige Mathematik und Physik – hier vor allem die Astronomie – ausgedehnt“, nicht jedoch in wirklich experimentellen und technischen Verfahren resultiert. Erst die Wiederentdeckung altgriechischen Wissens in der Renaissance resultiert – gelesen mit einer anderen Epistemologie – in Apparate und Verfahren, welche als frühe Neuzeit eine wirklich technomathematische Kultur begründen – etwa die der Rechenmaschinen. Unversehens schien nach der Entdeckung des Mechanismus von Antikythera diese neuzeitliche Technologie in

485 Norbert Wiener, Mensch und Menschenmaschine. Kybernetik und Gesellschaft, 3. unv. Aufl. 1966 Frankfurt/M. u. Bonn (Athenäum), 106 f.
486 http://de.wikipedia.org/wiki/Mechanismus_von_Antikythera; Abruf 9. September 2014

hellenistischen Werkzeugen zu wurzeln⁴⁸⁷ - aber nicht im historischen, sondern logischen Sinne als Gleichursprünglichkeit. Ein Anachronismus also - im gegenständlichen wie im geschichtstheoretischen Sinn. Denn es ist gerade die hier mechanisch und zugleich mit Symbolen markierte mathematische Logik einer zeiterrechnenden Maschine (gekoppelt an die Astronomie), welche zeitübergreifend wirkt.

Rasch wurde der Mechanismus gar als Computer *avant la lettre* gedeutet. Doch den Untersuchungen durch Derek de Solla Price zufolge⁴⁸⁸ handelt es sich beim Mechanismus von Antikythera recht eigentlich um einen Analogcomputer beziehungsweise schlicht um eine „analog wirkende Rechenmaschine“, also eine triviale, nicht programmierbare Maschine, denn es werden lediglich feste Beziehungen zwischen mehreren zeitlich periodisch veränderlichen Größen der Astronomie dargestellt. „Zu einem für einen Zeitpunkt vorgegebenen Wert der einen Größe zeigt der Mechanismus automatisch den Wert der anderen Größen für diesen Zeitpunkt an.“

Technische Medien fungieren im Sinne von Medienarchäologie als „historischer Hilfswissenschaft“ selbst als aktive Archäologen solcher Artefakte.

Der Mechanismus von Antikythera wurde 1972 im Archäologischen Nationalmuseum in Athen mit Röntgen- und Gammastrahlen untersucht, um die Zahnradgetriebe im Inneren erkennen und beurteilen zu können.⁴⁸⁹

Der Nachvollzug des Mechanismus gelang also nicht durch philologische Hermeneutik (es sei denn: der Dekodierung der auf den Rädern aufgetragenen Buchstabenwerte), sondern durch operative Modellierung: eine archäologische Methode, kein *re-enactment* im Sinne von Collingwood als mentale Operation des nachvollziehenden Menschen, sondern als Eigenlogik der apparativen Welt. Die Antike kommuniziert mit uns auch durch ihr verdinglichtes mathematisches Wissen; die mathematische Kommunikation aber ruft nach einer Archäologie der besonderen Art.

Der Heideggersche Hammer ist keine solche Technologie, nicht einmal eine Technik; dazu wird er erst als Bestandteil einer Maschine, wie in den Hammerwerken des späten Mittelalters, die prägend für den kinematischen Maschinenbegriff selbst wurden, indem die energetische Drehung des Wasserrades in diskrete Schlagbewegung verwandelt wird

487 Siehe Lucio Russo, Die vergessene Revolution oder die Wiedergeburt antiken Wissens. Springer, 2005, 156

488 Derek de Solla Price: Gears from the Greeks. The Antikythera Mechanism: A Calendar Computer from ca. 80 B. C. Science History Publications, 1975

489 Siehe de Solla Price, Fig. 33: "Sectional diagram of complete gearing system"

und damit die Hemmung in der Räderuhr selbst präfiguriert. Im Hammerklavier ist er Teil eines Medienverbunds, der Schwingungen ins Spiel bringt. Die Klaviatur, ihrerseits eine Mechanisierung des diskreten Vokalalphabets und ursprünglich entsprechend indiziert, ist ein mit Fingern betriebenes, also buchstäblich digitales Interface; vermittels der Klavierhämmer, die Teil eines Übertragungsprozesses sind, werden mit angeschlagenen Saiten akustische Schwingungen ausgelöst – eine veritable digital/analog-Wandlung.

Wieder zählt die Mikroanalyse des medienarchäologischen Moments. J.P. Fricke untersuchte die Hammerberührungsdauer beim Klavier und beim Flügel – ein zeitkritischer Moment kleinster Wahrnehmung, der nun noch mit Hilfe hochtechnischer Meßmedien bewußt nachvollzogen werden kann: „Er zeigte mit Hilfe von Hochgeschwindigkeitskameraaufnahmen, daß der Hammer die Klaviersaite weder örtlich noch zeitlich punktuell anregt, vielmehr daß er die Saite teilweise bis zu mehreren Schwingungsperioden berührt. Diese lange Berührungsdauer ist eine Voraussetzung für die komplexe Interaktion zwischen Hammer und Saite, wobei die nächstliegende Art der Interaktion ist, daß die Klaviersaite nicht nur zu Schwingungen angeregt wird, sondern daß die Schwingungen direkt im Anschluß an die Schwingungsanregung durch das lange Haftenbleiben des Hammers an der Saite wenigstens partiell wieder abdämpft werden. Eine genauere Beschreibung der Interaktion zwischen Klavierhammer und Saite setzt jedoch die Analyse der möglichen Interaktionen zwischen Saitenanreger und Saite voraus“⁴⁹⁰ – der präzise medienarchäologische Moment des Übergangs von energetisch bewegter Materie zu Kodierung. Im Anschluß an solche Schwingungen, doch zugleich im Unterschied dazu (die nicht mehr mechanische Kraft-, sondern elektronisch kodierte Informationsübertragung).

Zur Rolle des Analogcomputers für die emergierende Kybernetik

Kybernetik warnt vor einer Überschätzung des Digitalen⁴⁹¹ – und wird von ihrem eigenen *re-entry* in den digitalen Maschine eingeholt. Erst die Verschmelzung von Analog- und Digitaltechnik zur hybriden Technik wird

490 Bram Gätjen, Was macht der Hammer des Hammerklaviers mit der Saite? Akustische Untersuchungen zum Verwandtschaftsgrad von Cembalo, Hammerklavier und modernem Klavier, in: Wolfgang Auhagen, Bram Gätjen, Klaus Wolfgang Niemöller (Hg.), Systematische Musikwissenschaft. Festschrift Jobst Peter Fricke zum 65. Geburtstag, Köln 2003; www.uni-koeln.de/phil-fak/muwi/fricke

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

die volle Entwicklung kybernetischer Maschinen ermöglichen. Im lebendigen Organismus ist das längst geschehen“⁴⁹², 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.“⁴⁹³

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).“⁴⁹⁴

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.“⁴⁹⁵ 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 computes did not. Indeed one advantage of numerical techniques was

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

493 Pattee 1974: 145

494 Mindell 2004: 319

495 Zitiert hier nach Mindell 2004: 163

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*.⁴⁹⁶

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 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.⁴⁹⁷ 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“⁴⁹⁸.

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 Rechengeschichte, 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“⁴⁹⁹ - und das meint,

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

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

498 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

499 Wolfgang Giloi / Rudolf Lauber, Analogrechnen. Programmierung, Arbeitsweise und Anwendung des elektronischen Analogrechner, Berlin /

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.“ 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, 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.“⁵⁰⁰ 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.“⁵⁰¹ 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

Göttingen / Heidelberg (Springer) 1963, 5

500 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

501 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)

nature of the machine was a decided innovation over the numerical methods of office machinery.“⁵⁰²

[“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.“⁵⁰³]

„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.“⁵⁰⁴

Je nach gegebener Anwendung wurde das 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.“⁵⁰⁵

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

503 Mindell 2004: 318

504 Mindell 2004: 319

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

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).“⁵⁰⁶

[“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.“⁵⁰⁷]

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 kybenetischen Denken eng verschränkt ist. Die auf den Macy-Konferenzen diskutierte Alternative analog / digital wird in Form eines Digital-Differential-Analysers aufgehoben. Im Bereich der Lenkwaffensteuerung wird mit einem solchen DDA gearbeitet.⁵⁰⁸

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

ZEITFALTEN. Die Unverzüglichkeit des Analogcomputers und das zeitliche Kriterium von Simulation

Eine unbezweifelbare Stärke des elektronischen Analogrechners lag in Zeiten, als mit Elektronenröhren bestückte Digitalcomputer noch nächtelang rechneten, um komplexe numerische Prozesse zu rendern, im Zeitbereich selbst. Tatsächlich hat es der Vergleich von Analog- und Digitalcomputer mit der „Verzahnung verschiedener Temporalitäten“⁵⁰⁹ 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.

506 Mindell 2004: 319

507 Mindell 2004: 319

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

509 Bayreuther 2009: 96

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 zeitkritische Form der Einschränkungen für Digitalcomputer ist ihre strikte Sequentialität der Datenverarbeitung in der gängigen von Neumann-Architektur: „one bit at a time“. 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 capable of bearing a ,symbol‘. At any moment there is just one square which is ,in the machine‘.“⁵¹⁰ Das Quadratpapier für Rechenaufgaben wird damit linearisiert und 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.

„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.“⁵¹¹ 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. Speicherintensive Operationen bremsen die numerische Maschine aus. „Während beim Digitalrechner die einzelnen Rechenschritte zeitlich nacheinander unter Speicherung von Zwischenergebnissen durchgeführt werden, arbeiten die Rechenelemente des Analogrechners alle gleichzeitig (parallel).“⁵¹²

Differentialgleichungen adressieren meßbare physikalische Größen hinsichtlich des Maßes ihrer Veränderung in Raum und Zeit – etwa hydrodynamische Strömen oder elektrische Spannungen.“⁵¹³ Die Ableitung von Differentialgleichungen im Analogcomputer geschieht ihrerseits immer gegen eine Zeit, die auf der x-Achse als kontinuierliche sich entfaltet. Die Resultate gelten entsprechend für den zeitkontinuierlichen Bereich. Klassisches Meßgerät praktiziert „die

510 Scott Dexter, *The Esthetics of Hidden Things*, in: David M. Berry (Hg.), *Understanding digital humanities*, Houndsville 2012, 134, unter Bezug auf Turing 1937

511 Mills 2010: 202

512 Kley 1964: 182

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

zeitlichen Ableitungen von Meßgrößen“⁵¹⁴; 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“).]

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“⁵¹⁵ - 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.]

Parallelverschaltungen: die Zeitweise des Analogcomputers

Elektronische Analogrechner sind derart konfiguriert, daß für jede mathematische Aufgabe (etwa die Integration) eine eigene Baugruppe

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

515 Rieger 2003: 51

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“⁵¹⁶. Der Analogcomputer evoziert in dieser Hinsicht einen „Denkvorlauf“ (Günther Schwarze). Insofern ist die Wirkung des Analogcomputers nicht auf die unmittelbaren Resultate beschränkt, 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 weltzeitanaloge Simulation

Eine spezifische Fähigkeit des Analogrechners lag in der „‘direkten Simulierung‘ unter möglichst weitgehender Vermeidung der Mathematik“⁵¹⁷.

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“.⁵¹⁸

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“⁵¹⁹. Eine Stärke des Analogcomputers lag in der Echtzeitverarbeitung, bis daß nun die

516 Gunter Schwarze in seiner Rede zur Enthüllung einer Gedenktafel für Dr.-Ing. Helmut Hoelzer auf der Halbinsel Peenemünde (Typoskript Berlin, den 25. Oktober 1995)

517 Wolfgang Giloi / Lauber 1963, vii

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

519 Mindell 2004: 319

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 geringeren Rechengenauigkeit erkauft ist, die im besten Fall bei ca. 0,01 Prozent liegt. Die Grenzen der Genauigkeit gründen höchst materiell in der elektrophysikalischen Verschaltung der Rechenelemente. Dieser Einschränkung unterliegen Analogrechner gegenüber ihrem digitalen Anderen.

Die technische Bedingung für Echtzeitverarbeitung stellt zunächst der Arbeitsstrom (*bias*) 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“⁵²⁰, 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“.⁵²¹

Anders als die durch den Analogcomputer zur Abbildung gebrachten physikalischen Prozesse verhandelt die symbolverarbeitende Maschine wengleich nicht auf der elektrotechnischen, so doch effektiven Ebene arbiträre Zeichen, nicht Signale; die beiden Welten trennen sich schon im Oszilloskop respektive Bildschirm.

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 Problemes wird. In diesem

520 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.)

521 Elektronische Kommunikation Stefan Höltgen, Februar 2012

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.“⁵²²

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“⁵²³. Zustand ist hier ganz anders gemeint als bei Turing, der für seinen Rechner die Devise vorgibt „Treat time as discrete“⁵²⁴. 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."⁵²⁵

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

522 E. Kettel, Übersicht über die Technik der elektronischen Analogrechner, in: Telefunken-Zeitung Jg. 30 (Juni 1957) Heft 116, 129-135 (130)

523 Kley 1964: 176

524 Alan Turing, Proposal for Development in the Mathematical Division of an Automatic Computing Engine (ACE), in: B. E. Carpenter / R. W. Doran (eds.), A. M. Turing's ACE Report of 1946 and other Papers, Cambridge, Mass., et al. (MIT Press) 1986, 20-105 (23)

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

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

[Echtzeitprogrammierung vollzieht sich in der Epoche digitaler Computer als "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.“⁵²⁶ 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.“⁵²⁷]

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“⁵²⁸, wenn er zusammen mit Originalteilen betrieben wird. Wegen dieser Forderung schied bei vielen Simulationsaufgaben die Verwendung eines Digitalrechners im Simulator aus (Kley ebd.) – bis daß Signalprozessoren

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

527 Kley 1964: 181

528 Kley 1964: 181

in Digitalrechnern heute gerade dies leisten und damit dem Analogcomputer naheifern (um nicht zu schreiben: emulieren).

[Klassische Anwendungen des Analogrechners waren Flugsimulatoren, oder die Simulation einer ferngelenkten Rakete – der medienarchäologische Anlaß zum 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.“⁵²⁹

So sind Analog- und Digitalrechner miteinander verschaltet, in einer medienarchäologisch abgründigen *mise-en-abîme* technischer Epochen, 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.“⁵³⁰

[Der Ingenieur Harald Hazen sah in seiner Dissertation *The Extension of Engineering Analysis through Reduction of Computatinal Limits by Mechanical Means* 1931 im Analogrechner die künftige Alternative zur

529 Kley 1964: 182

530 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

numerischen Rechenmaschine: „Where a physical problem is involved, models or analogies may replace the need for the solution of algebraic equations as such.“⁵³¹ 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, 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.“⁵³²]

[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 [...].“⁵³³]

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

531 Zitiert hier nach Mindell 2004: 163

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

533 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

performance of a given task“⁵³⁴ - 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 [...].“⁵³⁵ Auf dieses Zeitgespür hat J. C. R. Licklider hingewiesen.⁵³⁶

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“⁵³⁷ 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“.⁵³⁸

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

534 ANSI / IEEE Std 165-1977, reaffirmed 1984

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

536 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

537 Small 2001: 167

538 Kittler 1990: 212

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.“⁵³⁹ 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“⁵⁴⁰. Nun werden Analogrechnerschaltungen im Digitalcomputer selbst nachgebildet, in Form algorithmischer Verfahren der Simulation von Analogrechnern auf digitalen Allzweckrechenanlagen. Der Analogcomputer, dessen Stärke auf dem Gebiet der Simulation welthaftiger Vorgänge lag, wird damit selbst zum Gegenstand einer Simulation – eine zeitliche Einfaltung des technischen Gestells, die mit medienarchäologischem Zeitbewußtsein ein erstaunliches Wunder darstellt, während sie technikhistorisch verarmt.

PRINZIP ANALOGRECHNER

„Spiel mit Physik“

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

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

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

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 darauf 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 (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.“⁵⁴¹

Demgegenüber stellt von Neumann sogleich die kritische Rückfrage an jedes Analogverfahrens: „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 unbekanntes 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 ziert. 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 technomathematischen Zugangsweisen im Diskurs der Kybernetik zu erinnern.

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

⁵⁴¹ John von Neumann, Allgemeine und logische Theorie der Automaten [1951], in: Kursbuch 8 (1967), xxx

Rechnergeschichte 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“⁵⁴².

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 elektronischen Verstärkertechnik“⁵⁴³ – 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.

⁵⁴²Norbert Wiener, *I am a Mathematician. The Later Life of a Prodigy*, Doubleday, Garden City, N. Y. 1956, 190 (zitiert in: Masani 1990, 168 f.)

⁵⁴³Gunter Schwarze in seiner Rede zur Enthüllung einer Gedenktafel für 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.“⁵⁴⁴

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 Kommastellen 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 mathematischen 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.⁵⁴⁵ 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

⁵⁴⁴ Wolfgang A. Knorre, *Analogcomputer in Biologie und Medizin*, Jena (VEB Gustav Fischer) 1971, 25

⁵⁴⁵ 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

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 Synthesizern als Mischgerät zweier beliebiger Klangquellen (im einfachsten Falle Sinustöne), die entweder addiert oder subtrahiert werden und damit eine Frequenzverschiebung vornehmen.⁵⁴⁶ Das Ohr vernimmt am Ende Rechenergebnisse. „Der R. Ist ein Spannungsmultiplizierer“⁵⁴⁷ und damit ein Analogcomputer.

Der modulare Synthesizer beruht auf der „komplexe<n> Verdrahtung unterschiedlichster spannungskontrollierter Module, die sich wechselseitig beeinflussen“⁵⁴⁸. 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.“⁵⁴⁹

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?

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

⁵⁴⁶ Bernd Enders, Lexikon Musikelektronik, 3. Aufl. Mainz (Schott) 1997, 263f
⁵⁴⁷ Enders 1997: 264

⁵⁴⁸ Martin Supper, Gibt es kybernetische Musik? Das Beispiel Roland Kayn und Peter Vogel, in: Esselborn (Hg.), 2009, 200-204 (202)

⁵⁴⁹ 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)

form of analog computer; their technology was originally based on electronic analog computer technology."⁵⁵⁰

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.

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 Trevor Wadley in den 1940er Jahren zunächst zu Zwecken der *Frequenzmessung*. 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“.⁵⁵¹

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

550 http://en.wikipedia.org/wiki/Analog_computer, Abruf 29. April 2007

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

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 gewinnt, nämlich durch die Messung des Zustandes oder des zeitlichen Ablaufes der physikalischen Größen des aufgebauten Systems.“⁵⁵²

In der analogtechnischen Maschinerie aber „wird [...] gar nicht im eigentlichen Sinne ‚gerechnet‘, sondern die Lösung durch Aufbauen eines Analogons, eines Modells erzeugt.“⁵⁵³ 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.“⁵⁵⁴

Ein erfahrener Anwender von Analogrechnern „ist oftmals bereits vor der Analogrechnung in der Lage, qualitative Aussagen über das Verhalten des Modells zu machen“⁵⁵⁵ - 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 Analogens.⁵⁵⁶

Diagramm *versus* Algebra?

„Ikonisch“ im Sinne der Visualisierung einer Abstraktion stellt ein Diagramm nicht die physikalisch-geometrischen Eigenschaften eines

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

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

554 Giloi / Herschel o. J.: 13

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

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

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.“⁵⁵⁷ 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.

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 *metadiagrammatical 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.“⁵⁵⁸

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

557 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

558 Heinrich Hertz, Die Prinzipien der Mechanik in neuem Zusammenhange dargestellt, Leipzig (Barth) 1894, 1 (Einleitung)

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. Ingenieure bevorzugen die intuitive Modellierung eines Systems (stetige Quantitäten), im Unterschied zur mathematischen Analyse (numerische Ergebnisse).⁵⁵⁹ Physikalische Wahrheit trifft auf mathematische Folgerichtigkeit.

Mit Unschärfe rechnen

Analogrechnen gewährt dem Kontingenten Raum⁵⁶⁰; dem gegenüber steht die digitale Präzision. Der Digitalcomputer erlaubt die exakte Reproduktion des Rechengangs, während sie beim Analogcomputer (bedingt durch Unschärfen durch Drift u. a.) variiert.

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“⁵⁶¹: "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"⁵⁶² - und damit die Welthaftigkeit des Analogrechners (eine Welt der Signale) begründet, der gegenüber alle Digitalrechnung symbol- und modellhaft bleibt.

Topologisch vernetztes Computing:

559 Siehe Small 2011: 236 f. u. 251

560 Small 2001: 237

561 Small 2001: 258

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

„NETZE“? ZUR DYNAMIK DISKURSIVER METAPHORISIERUNG MEDIEN-TECHNISCHER BEGRIFFE

„Netz“-begriffe, metaphorisch und unmetaphorisch

Medienarchäologie analysiert Medien in ihrer techno-logischen Verfaßtheit als materiell-logistische Doubletten; sie schaut daher einerseits möglichst präzise auf die Physik des Netzes (die Wahrnehmung der Ingenieure – reale Kabel quer durch den Atlantik, weniger dezentral als es gemeinhin angenommen wird), andererseits auf die symbolische Kodierung (das World Wide Web als Knotenwerk). Die deutsche Netzagentur ist zuständig für Transport als Verkehrswege, etwa Bahnschienen, wie für Signalübertragung im Medium der elektromagnetischen Impulse. Ingenieure sehen das Internet physikalisch, als Leitungen, anders als die Informatiker es anhand topologischer Knoten und Kanten graphentheoretisch konzipieren. Im Kontext von Datenverarbeitung meint „physisch“ so viel wie „tatsächlich“; wird der unmittelbare Zugriff auf Daten aber durch Routinen geregelt, ist er logisch.⁵⁶³

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 „diagrammatische 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.´“⁵⁶⁴

563 rororo-Computer-Lexikon 1987: 280

564 Lévy, in: Engell et al. (Hg.), Kursbuch Medienkultur 1999: 528

Heinrich Heine kühlte die poetische Metaphorik seiner Epoche ab: „Sprühen einmal verdächtige Funken / Aus den Rosen – Sorge nie! / Diese Welt glaubt nicht an Flammen / Und sie nimmt’s für Poesie.“⁵⁶⁵ 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“ als Medium „erzittert vor Vergleichen“ (ders.).⁵⁶⁶ 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“ (Enzensberger⁵⁶⁷). 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“⁵⁶⁸. 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

565 Heinrich Heine, *Sämtliche Werke*, hg. v. Elster, Leipzig / Wien o. J. Bd. I, 218

566 Zitiert nach: Jürgen Nieraad, „Bildgesegnet und bildverflucht“: Forschungen zur sprachlichen Metaphorik, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1988, Einleitung (1)

567 Zitiert in Niehaart 1977: 47

568 Baran 1967: 12

des Postboten).⁵⁶⁹ 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.⁵⁷⁰ 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 anderen Systemen nicht repräsentabel ist, nämlich *computing* – also nicht nur das, was genauso gut im Rahmen der Gutenberggalaxis ausgedrückt und verschickt 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“⁵⁷¹ – Kommunikation nicht vermittels Medien, sondern im Medium.

Die Dynamik dieser Medienentwicklung mag in bestimmten Wunschstrukturen ihre Verstärkung haben⁵⁷²; dem gegenüber steht „die Meinung der Technik-Funktion, daß es eigentlich daru geht, gerade die `tote´, die Schrift- und Technikseite der Medien zu denken“⁵⁷³ – medienarchäologisch. 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

569 Abb. in Baran 1967: 18

570 Baran 1967: 19

571 Friedrich Kittler, Internet: Postsystem, Emanation und Stadt, in: <http://www.lrz-muenchen.de/~MLM/telepolis/deutsch/ejour>, Abruf 23. Oktober 1995

572 Hartmut Winkler, Docuverse. Zur Medientheorie der Computer, München (Boer) 1997, 16 f.

573 Winkler 1997: 370

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).⁵⁷⁴ 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 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.⁵⁷⁵ 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

574 Siehe Detlef Borchers, Das Netz trägt Trauer, in: Die Zeit Nr. 44 v. 22. Oktober 1998

575 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)

the group during the development process“ - eine Dynamisierung von Autorschaft.⁵⁷⁶

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).

Internet *avant la lettre*? Wilhelm Ostwald und *Die Brücke*

Wilhelm Ostwalds Meta-Organisation *Die Brücke* gilt als eine wissenschaftliche Verkehrsnormen umfassende Vorform des Internet.⁵⁷⁷ Der Chemie-Nobelpreisträger Ostwald konzipierte in seinem Aufsatz „Das Gehirn der Welt“ eine Informationsvermittlungsstelle „vergleichbar dem telephonischen Zentralamt in einer großen Stadt“⁵⁷⁸; das Internet aber hat keine Zentrale. Es handelt sich bei Ostwalds Spekulation auch nur bedingt um einen diskursiven Vorläufer des Internet, das Rolf Sachsse als „die Festlegung unscheinbarer, sprachähnlicher Grundstrukturen als Basis oder Transfer-Protokoll eines nicht-hierarchischen, fachübergreifenden, chaotischen Austauschs von Wissenspartikeln und -referenzen“ definiert (ebd.). Medienarchäologie schaut nicht auf diskursive Präludien, sondern die nondiskursiven Möglichkeitsbedingungen solcher Reden und Gedanken. Operationale Basis für Ostwalds Formatierung der Kommunikation sollte die Standardisierung von Druck-, Papier- und Bildträgerformaten sein; die Organisation *Die Brücke* sah auch eine Publikation zu stereometrischen Formaten („Weltformate für Körper“) vor, die aber nie erschienen ist.⁵⁷⁹ Die Genealogie von Techniken ist das Eine; das Andere aber deren Standardisierung, also massenhafte Durchsetzung. Neben Kodierung und Kanal zählen zur Medientechnik von Kommunikation, gleichsam auf halbem Weg zum nachrichtentechnischen Informationsbegriff, auch die Formate. Diese haben keine Geschichte; sie existieren vielmehr in

576 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)

577 Rolf Sachsse, Das Gehirn der Welt: 1912. Die Organisation der Organisatoren durch die Brücke. Ein vergessenes Kapitel Mediengeschichte, in: Mitteilungen der Wilhelm-Ostwald-Gesellschaft zu Großbothen e.V., 5. Jg., Heft 1/2000, 38-57; *seinerseits* im Internet - also Subjekt und Objekt seines Themas - unter: <http://www.heise.de/tp/deutsch/inhalt/co/2481/1.html>

578 Zitiert in Sachsse: 44

579 Sachsse 45

weitgehenden Intervallen und darin in invarianter Zeitlichkeit, die nur in abrupten Sprüngen andere Form annimmt.

Ob es nun die Vereinfachung von Druck und postalischem Versand oder die Festlegung digitaler Programmiersprachen sind, hinter beiden stand und steht die Idee eines weltweit gleichmässigen Zugriffs auf Informationen, unabhängig vom Ort und sozialen Kontext der Benutzer, „wie es schon 1912 heißt“⁵⁸⁰. Das Modell, welches dem Internet Vorläufer unterstellt, ist ein historisches, insofern es in zeitlich adverbialen Pointern (wie dem „schon“) zutage tritt. Medienarchäologie aber tröstet nicht durch vorschnelle Analogien, sondern weist die Diskontinuitäten nach, die gerade im Technisch-Logistischen liegen. Die Differenz zwischen Oswalds Modell und dem Internet wird in seiner Bemerkung von 1911 über die nicht-zirkulierbare Überproduktion an Wissen manifest: „Ursache dieses Mangels ist eben das Fehlen eines ‚Gehirnes der Menschheit‘, das Fehlen eines Zentralorgans, welches diese einzelnen Produktionen zueinander ordnet und in geordneter Weise jedem Bedürftigen zugänglich macht.“⁵⁸¹ Aber erstens ist der Computer dadurch definiert, daß er rechnet – das Ostwaldsche „Gehirn der Menschheit“ aber eben nicht (womit es noch kein operatives Medium ist, sondern ein schlichter Apparat). Zweitens ist das Internet gerade dadurch definiert, daß es sich vielmehr als Maschen, als Netz, als Maschinennetz auszeichnet. Gerade ein Zentrum sollte in der militärischen Logik vermieden werden, damit nicht ein feindlicher Raketenschlag die Kommunikation mit einem Male auslöschen kann. 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 logischen Ort der Adresse erst wieder zusammensetzt.

Ostwalds Plädoyer für die Einführung eines geometrisch begründeten „Weltformats“ ist am Ende nur „metaphorisch“ – schreibt Sachsse nun doch – „dasselbe, was derzeitige Kommissionen zur Festlegung von HTML, Unicode und Datentransferprotokollen umtreibt“ <44f>. Im Begriff der Metapher aber scheiden sich Sichtweisen von Medien überhaupt. Denn Metapher ist Übersetzung; im nicht mehr bloß rhetorischen, sondern medientechnischen Sinn „ist sie die Tautologie ihrer eigenen Setzung“⁵⁸². Jay Kaplan unterscheidet zwischen Metaphern „characterized by association and metaphors entailing physical transformation“.

Angeregt von einem Treffen auf dem Chemiker-Kongreß kurz vor 1900 mit Paut Otlet, dem Leiter des Internationalen Bibliographischen Instituts in Brüssel, übertrugen Ostwalds Brücke-Mitarbeiter die Brüsseler

580 Sachsse 2000: 44

581 Zitiert nach Sachsse 2000: 44 f.

582 Paul de Man, Epistemologie der Metapher, in: Anselm Haverkamp (Hg.), Theorie der Metapher, Darmstadt (WBG) 1983, 419

Verschlagwortung unter dem Titel *Die Welt-Registratur* ins Deutsche.⁵⁸³ Ein Bestandteil war das „Bibliotheksverzeichnis der 325 Großbibliotheken der Erde“ - womit zwar Metadaten, nicht aber Volltexte zugänglich waren. Ein Neuerungsvorschlag von Seiten der *Brücke* sah vor, die Bücherei-Karteikarten mit Schlagworten gleich auf dem Buchrücken darzustellen; ein Registraturschema aus 19 Einzelpunkten sollte auf einen Blick sämtliche Ab- und Anfragen an den Inhalt beantworten - ein Interface also zwischen Buch und Nutzer. Metadaten stehen damit nicht in einem intrasitiven, sondern transitiven Verhältnis zum Buch stehen, parergonal (Kant) und paratextuell (Genette) wie das Inhaltsverzeichnis, und damit Teilmenge des Buchs selbst sind. Karteikästen sind ein Protagonist der Brücken-Bewegung; die Kontroverse um die Normung der Zettel in Bibliothekskatalogen fällt mit der Vielfalt entsprechender Apparate ihrer Bindung und Heftung zusammen - ein Beispiel für Formate als Effekte von Hardware. Charakteristisch ist die Rahmung aller wichtigen Details von Brücke-Publikationen in rechteckigen Kästen und die Vorführung der Weltregistratur in einem Setzkasten-ähnlichen Gehäuse⁵⁸⁴ - Papiermaschinen, ein Gestell im zwei- wie im dreidimensionalen Raum. Doch erst mit dem Internet-Protokoll wird diese Formatierung dynamisch.

Doch hat diese Registratur den Charme einer gewissen chinesischen Enzyklopädie, auf welche Michel Foucaults *Ordnung der Dinge* unter Rekurs auf Jorge Luis Borges referierte: „Unter den Sprachen dieser Welt hat das Plattdeutsche die gleiche Ordnungsnummer wie das Japanische, und die künstlerischen Arbeiten afrikanischer wie australischer Völker finden schon gar keinen Platz im System. Die humanen Wissenschaften sind noch im Sinne des 19. Jahrhunderts geordnet: Da ist Phrenologie der Psychologie gleichgestellt, und letztere ist mit „Okkultismus, Spiritismus, Geister, Hallucinationen, Prophetie, Zauberei“ in ein Fach geraten. [...] Diese Systematik belegt wie alle anderen, dass es keine neutralen Ordnungsverfahren gibt - das gilt auch für die Standards, die heutige Internet-Konferenzen festlegen“⁵⁸⁵ - zwischen ASCII-Imperialismus und UNICODE, als *domain names* und Übertragungsprotokolle.

Immerhin läßt die Registrierkarte Einzelabfragen gleichwertig nebeneinander stehen und somit beispielsweise dem Designer eines Buches denselben Stellenwert einräumen wie dem Autor.⁵⁸⁶ Diese radikale Absicht von Hermeneutik ist eine Bedingung des Datenaustauschs im Sinne Shannons. In der parataktischen Reihung von sequentiellen Einträgen „kann auf eine Hierarchie behandelte Themen und Gegenstände verzichtet werden, darf Kleines und Großes, scheinbar Wichtiges und Unwichtiges ebenso bruch- wie übergangslos

583 Siehe Markus Krajewski, Restlosigkeit, in: Hedwig Pompe / Leander Scholz (Hg.), Archivprozesse: Die Kommunikation der Aufbewahrung, Köln (DuMont) 2002, xxx

584 Sachsse 2000: 53

585 Sachsse 2000: 47

586 Sachse 2000: 47

nebeneinander stehen bleiben“⁵⁸⁷. „Weitsichtig ist die Bereitstellung zweier Gegenstände und dreier Verknüpfungen, die ziemlich exakt dem durchschnittlichen wissenschaftlichen Gebrauch heutiger Meta-Suchmaschinen entspricht“ <47>. Dem übergeordnet sollte ganz im Sinne der biomechanistischen Vorstellungen von Ostwalds Zeitgenossen Avenarius, Mach, aber auch Schreber *Die Organisation der Organisatoren* Nervenstränge bilden, die zu wesentlichen Fragen aller Art Stellung nehmen könnten – ein telegraphisches Dispositiv.⁵⁸⁸ Ostwald verweist mehrfach auf die Notwendigkeit einer Vereinheitlichung im Bereich der Elektrizität – Normierung also nicht allein auf der symbolischen Ebene von Buchstaben und Worten (wie sein Vorschlag der Weltsprache *Ido*), sondern auch auf Seiten der Physik und der Hardware (Karteikarten).

Tatsächlich gelang dem Chemiker Ostwald seit 1914 mit seinem Farbatlas die Farbnormierung, die sich bis hin zum additiven RGB-Farbraum des Computermonitors fortschreibt.

Ostwalds Schlagwort lautet 1913, also im Jahr der Grundsteinlegung der Deutschen Bücherei zu Leipzig: „vom Individualismus zur Organisation“⁵⁸⁹. Diese Einsicht setzt im Ersten Weltkrieg die Einrichtung eines Instituts für Normung aus kriegswirtschaftlichen und waffentechnischen Gründen durch, resultierend in der Deutschen Industrie-Norm. Modulare Medientechnologie und Formatierung gehen hier Hand in Hand.

Ostwald fordert die Standardisierung von Wissenstransfer (Daten und Farben) auf der „untersten Kulturstufe“⁵⁹⁰ – mithin also die archäologische Schicht im Raum von Kulturtechniken. Er selbst praktiziert einen medienarchäologischen, d. h. Anteilnahmslosen, bewußt nicht semantischen Blick, wenn er Kultur nicht idealistisch, sondern kulturtechnisch sieht. „Jenseits nationaler Kunstgeschichten, diesseits der jeweiligen Landessprache, unterhalb jedweder Symbolik“⁵⁹¹ – also subsemantisch – sollten im Weltformat interkulturelle Maßverhältnisse und Proportionen angesiedelt werden; auch der Vorschlag einer „Weltmünze“ kommt hier zum Zug. Ostwald geht im Anschluß an Leibniz so weit, „die Begründung ästhetisch-mathematischer Entscheidungen als Grundlagen aller Kommunikation, allen Verkehrs und menschlicher Existenz insgesamt hinzustellen“ (ebd.) – eine genuin kybernetische funktionale Ästhetik. So gibt *Die Brücke* den Anlaß zu einem

587 Sachsse 2000: 43

588 Sachsse verweist in diesem Zusammenhang auf Niklas Luhmann, *Die Autopoiesis des Bewußtsein*, in: *Soziale Welt* 36 (1985), 402-446

589 Wilhelm Ostwald, *Normen.*, in: *Werkbund-Jahrbuch 1914*, Nachdruck in: *Ausstellungskatalog: Zwischen Kunst und Industrie. Der Deutsche Werkbund, München 1975*

590 Zitiert nach Sachsse 2000: 52

591 Sachsse 2000: 51

topologischen Denken, das scheinbar seiner späten Materialisierung als Internet harrete.

Demgegenüber akzentuiert Medienarchäologie vielmehr die Differenzen statt in Begriffen des technikhistorischen Fortschritts rechnet. Eine technologisch akzentuierte Mediengeschichte schreibt vom technologischen Ort aus, *nicht* aus jener Perspektive, die alle vorherigen Kulturtechniken als Vorgeschichten der aktuellen Medienmacht entziffert. Die Figur einer Kontinuität von Ideen verwischt die harten Brüche, deren Wahrnehmung die Eskalationen von Medienkultur erst in den Blick geraten läßt. Das „Hirn der Welt“ ist kein Internet, denn letzteres ist gegenüber vorherigen Postsystemen (auch der Rohrpost) in einer anderen techno-logischen Materialität implementiert. Das Internet ist keine Konsequenz genormter Papierformate, sondern eine Emanation des Computers als System, das auf diesem Wege sich selbst (nämlich durch Verschickung von Codes und Programmen) zu kommunizieren vermag. Also nicht das, was genauso gut im Medium der Gutenbergtexte verschickt werden kann, ist die entscheidende Differenz, „sondern es geht um Meßdaten oder um Computerkonstruktionszeichnungen, die alle computertechnisch repräsentiert sind, oder anders als im Computer gar nicht zu haben wären.“⁵⁹²

Als Vannevar Bush im Juli 1945 unter dem Titel „As we may think“ in der Zeitschrift *Atlantic Monthly* nach dem Modell des menschlichen Denkens die Konzeption eines *memory extender* als assoziativen, nicht klassifikatorischen Mechanismus publiziert, endet die Epoche der Suprematie klassischer Archiv- und Bibliothekstechniken zugunsten von Speichertechnologien. Es handelt sich hier um eine bislang ungebaute Gedächtnismaschine, deren Bauplan nichtsdestotrotz existiert: der Entwurf eines Indizierungsmechanismus abgespeicherter Daten, der zum Vorbild für die aktuelle Desktop-Metapher von Computer-Interfaces wurde – nämlich ein technifizierter Schreibtisch. Die Mechanik der *Memex* beruht ihrerseits auf einem technischen Medium, der zum Mikrofilm kondensierten Photographie. Bereits 1926 war von Watson Davis und Edwin Slosson Mikrofilm zur Reproduktion und vor allem Verbreitung wissenschaftlicher Literatur vorgeschlagen worden. Bei einem Treffen mit Bush im November 1932 diskutierte Davis die Option, Information durch Indizierung auf Mikrofilm aufzuzeichnen. Davis inspiriert damit auch H. G. Wells, der in seiner Vortragsserie 1936-38 *World Brain* (publiziert 1938) für eine „permanent World Encyclopedia“ plädiert, zur Vereinheitlichung und Verkörperung des gesamten Wissens. Anders als Ostwalds „Gehirn der Welt“ ist hier das Medium der Synchronisation von Wissen nicht mehr Papier, sondern ein Medium jenseits des Buchdrucks: „By means of microfilm the rarest and most

592 Friedrich Kittler, Internet: Postsystem, Emanation und Stadt, in: <http://www.lrz-muenchen.de/~MLM/telepolis/deutsch/ejour>, access date: 23. Oktober 1995

intricate documents and articles can be studied now at first hand, simultaneously in a score of projection rooms. There is no practical obstacle whatever now to the creation of an efficient index to all human knowledge, ideas and achievements, to the creation, that is, of a complete planetary memory for all mankind. And not simply an index; the direct reproduction of the thing itself can be summoned to any properly prepared spot."⁵⁹³

Die dafür notwendige Infrastruktur bedarf zwar einer „centralized and uniform organization“, doch dies nicht mehr im geo-, sondern wissenstopographischen Sinne: „It need not have any single local habitation because the continually increasing facilities of photography render reduplication of our indices and records continually easier“ <Wells 1938: 63>. Die *Nachrichten für Dokumentation* fassen 1953 dementsprechend den Begriff des Dokuments im Medienverbund. Wenn nicht Energie und Materie, sondern Information zählt, sei die Herstellungsart unwesentlich; von „Kleinschriften-Aufzeichnungen und Hieroglyphen, Handschriften und Schriftstücke, heute im Mittelpunkt alle Erzeugnisse der Druck- und Reproduktionstechnik“ bis hin zur „Aufnahme von Wort und Ton [...] und die fertigen Lochkarten“.⁵⁹⁴ Im Unterschied zur Datenaggregation des Archivs ist der Begriff der Dokumentation originär an Maschination gekoppelt.

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.⁵⁹⁵

Zwar klingt die Kulturtechnik des Webens an; mit Jacquards lochkartengesteuertem Webstuhl aber, der selbst das Vorbild für Charles Babbages Proto-Computer, die Analytical Machine, abgab, ist Weben selbst eine Funktion digitaler Datenverarbeitung geworden.

⁵⁹³ Wells 1938: 60, zitiert nach: James M. Nyce / Paul Kahn, *A Machine for the Mind: Vannevar Bush's Memex*, in: dies. (Hg.), *From Memex to Hypertext: Vannevar Bush and the Mind's Machine*, San Diego / London (Academic Press) 1991, 39-66

⁵⁹⁴ *Nachrichten für Dokumentation*, Heft 4/1953, 168, hier zitiert nach: Fritz Zimmermann, *Die Stellung der Archive innerhalb eines Systems der Dokumentation*, in: *Archivalische Zeitschrift* 62 (1966), 87-125 (88f, Anm. 8)

⁵⁹⁵ 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)

Im Unterschied zu Gebilden im kartesischen Koordinatenraum entlang der Achsen x und y sind Netze in alle Dimensionen ausdehnbar, wobei jeder Knotenpunkt die *arché* für beliebig viele Abzweigungen bilden kann. 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“⁵⁹⁶.

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 zur 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, in dem „high-speed signaling information is flooded through the entire network. 1957 schlägt Frank Yates von der Hughes Aircraft Company ein asynchrones „flooding system“ vor „where every station in the network was assigned a time slot in which it was allowed to transmit“ - das Netz-Kommunikation wird damit zeitkritisch, und verläßt die Netz-Raum-Metaphorik.

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-Programm am Command and Control Research Office weiterführen und es in Information Processing Techniques Office (IPTO) unbenennen. Zunächst zielt Licklider auf ein Intranet dieses

596 Stingelin 2000: 16 f.

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, als Verweisungsstruktur. 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.“⁵⁹⁷ 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

597 Wikipedia, Eintrag xxx, Abruf xxx

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.

„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-Signale 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“⁵⁹⁸.

Nach dem Fernmeldeingenieur Jean Baudot (gest. 1903) ist jene Zeiteinheit der Nachrichtentechnik benannt, welche die

598 Elektronische Kommunikation Martin Carlé, 28. Juni 2003

Schrittgeschwindigkeit in der Übermittlung angibt. Werden Binärzeichen übertragen, meint 1 Baud ein 1/Sek.⁵⁹⁹

Das Möbius-Band technischer Netz-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?“⁶⁰⁰ 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 könnte das Netz „zu einem Sammelbegriff für eine Episode in der Frühzeit der digitalen Kultur werden, der sich sehr bald sehr alt anhört“ (ebd.).

Nonlineare Übertragung: Hypertext

Die ultimative Herausforderung an den raum- und zeitfixierten Übertragungsbegriff ist die Mathematisierung der Kommunikation, da hier nicht mehr Energie (elektrophysikalische Signale) oder gar Materie „übertragen“ wird, sondern ein technomathematischer Inbegriff von Information (vorrangig in Form von *bits*) zum Vollzug kommt und damit die Semantik der sogenannten Telekommunikation obsolet macht. Vilém Flusser prägte zur Beschreibung dieses aktuellen „diskursiven Schaltplans“ den Begriff der *Telematik* – ein Neologismus, der die Begriffe Telekommunikation und Informatik verschmilzt.⁶⁰¹ Aus Nachrichtenübertragung als im elektrophysikalischen Sinne organisierter Materie (OM) wird – frei nach Régis Debray – die materialisierte Organisation (MO). Manifest wird dieses Phänomen am und im Internet.

Geboren aus dem Sputnik-Choque von 1957 entwickelt die Advanced Research Projects Agency (ARPA) in den USA ein dezentrales Kommunikationssystem, das von der Unverwundbarkeit militärischer Kommandostrukturen am Ende zu dessen logistischer Enthierarchisierung führt. 1969 kommt das ARPANET den ersten Universitäten Kaliforniens zugute. Mit dem von Paul Baran und Donald Watts 1963 entwickelten *packet switching* einerseits und dem von Bob Kahn und Vinton Cerf entwickelten Transmission Control Protocol (TCP)

599 Hans Herbert Schulze, Das rororo Computer Lexikon, Reinbek 1984, 47

600 Stefan Heidenreich in der Frankfurter Allgemeinen Zeitung vom 20. März 2001

601 Vilém Flusser, Ins Universum der technischen Bilder, Göttingen (European Photography) 1999, 86

andererseits, das später vom Internet Protocol (IP) flankiert wird, transformiert die postalische Epoche der übertragungsorientierten Medien zu einer geradezu immediaten Adressenorientierung – womit auch das Modell von Tradition (die Fixierung auf den zeitlichen Kanal) vom neuen Archiv, nämlich dem Primat der technomathematischen Kodierung, abgelöst wird. Internet-Protokolle dienen vor allem dazu, Fragmente der Datenpakete wieder passend zusammensetzen – und das nicht nur im bildlichen Sinne passend, sondern vor allem auch im zeitlichen Sinne als Synchronisation. Im Verbund mit der nachrichtentechnischen Puls Code Modulation (PCM) wird die Übertragung mathematisch unabhängig vom physikalischen Typ der Datenleitung (ob Telefonleitung, Glasfaserkabe oder Satelliten) und damit überhaupt erst Information im Sinne Norbert Wieners. „So streicht das Bit die Raumkonstante aus den Berechnungen für den Redundanzaufwand für den Kanal, d. h. Die Distanz spielt keine Rolle mehr im Verhältnis zwischen Kapazität und Übertragungsrate. Das bedeutet folglich, daß Kommunikationstheorie mit (Brief-)Post nichts mehr zu tun hat.“⁶⁰²

Das Signal also eine diskrete, damit mathematisch manipulierbare physikalische Einheit, unterläuft den klassischen Begriff kontinuierlicher Übertragung. Der Einsatz der Elektronenröhre als Verstärkerelement (*electronic repeater*) ermöglichte in den USA 1915 nicht nur die erste transkontinentale Telephonleitung. Einher mit dieser neuen Quantität von telephonischer Distanzüberbrückung ging eine neue medientechnische Qualität: „The network became machine. No longer was the network a passive device, for repeater amplifiers actively added energy along along the route. This change decoupled the wave that represented the conversation from its physical embodiment in the cable. [...] Electricity in the wires was now merely a carrier, separate from the message or signals it carried [...]. Now voices becomes signals [...]. The message was no longer the medium; now it was a signal that could be understood and manipulated on its own terms, detached from its physical embodiment.“⁶⁰³

Die Nachrichtentheorie des 20. Jahrhunderts wurde buchstäblich entlang von Telephonleitungen entwickelt (Nyquist, Bode); der Signalbegriff, gekoppelt an den mathematischen Informationsbegriff einerseits und das Dispositiv der Verstärker andererseits, unterläuft den manifesten Materialismus der klassischen Übertragung. Damit korrespondiert die Umschaltung vom niederfrequenten auf das hochfrequenter Spektrum im Bereich der Signalübertragung; die menschliche Stimme ist nicht länger selbst das medienbestimmende Ereignis, sondern marginalisiert vielmehr zur Modulation einer Trägerfrequenz. Radiogleich wird aus dem

602 Bernhard Siegert, *Relais. Geschichte der Literatur als Epoche der Post*, Berlin (Brinkmann & Bose) 1993, 289f

603 David A. Mindell, *Between Humans and Machine. Feedback, Control, and Computing before Cybernetics*, Baltimore / London (Johns Hopkins University Press) 2004 [Erstausgabe 2002], 112

klassischen elektrischen Telephon eine Transmission abstrakter Signale: „The Bell System became not merely a set of voice channels but a generalized system capable of carrying any signal as a new currency: information“ <Mindell 2004: 107>. Was bleibt also vom Menschen in der Übertragung? Ein Sonderfall von Kommunikation, ein Ausschnitt im Frequenzspektrum gleich dem Licht als phänomenologische Emanation des elektromagnetischen Wellenspektrums.

Seit der mathematischen Nachrichtentheorie des 20. Jahrhunderts herrscht nicht mehr das postalische Primat der Übertragung im zeiträumlichen Kanal; was buchstäblich *entscheidend* (0/1) ebenso buchstäblich *zählt*, ist die Kodierung. Ist damit Zeit in Medien kassiert? Bernhard Vief sieht den Ersatz von Übertragung (Raum, Zeit) in den Neuen Medien durch „Vervielfältigung“, die digitale (verlustfreie) Kopie.⁶⁰⁴

Übertragung heißt im 20. Jahrhundert also nur noch metaphorisch das, was es bis ins späte 19. Jahrhundert einmal meinte: Nachrichtentransport von A nach B. Es hieße einem nostalgischen Medienbegriff aufzusitzen, wenn er nur das raum- und zeitgreifende Vehikel, also die Überbrückung einer Ferne meint – metaphorisch auch im Sinne jener *Metaphora*, mit der im heutigen Griechenland die öffentlichen Nahverkehrsmittel bezeichnet werden. Technomathematik macht den klassischen Medienbegriff selbst metaphorisch.

Doch noch von einer anderen Seite wird die klassische Übertragungsmetapher unterlaufen. Erich Jantsch beschreibt Kommunikation analog zum Phänomen der (elektro-)physikalischen Resonanz, demzufolge Schwingungen in einem Spektrum verwandter Frequenzen nahezu ohne Übertragung von Energie induziert werden⁶⁰⁵ (Nicola Tesla allerdings suchte unter verkehrten Vorzeichen Energie drahtlos in gekoppelten Schwingkreisen zu übertragen).

Klassische Übertragungskanäle, etwa Leitungen zwischen elektronischen Bauteilen, implizieren auch auf minimalsten Strecken immer schon eine Lauf-, also „Totzeit“. In geschlossenen Schaltungen, etwa in Kontrollschleifen, macht sich als Störung bemerkbar, was in Laufzeitspeichern früher Computer positiv zum Einsatz kam: „The time it takes for material to travel from one point to another can add dead time to a loop. If a property (e.g. a concentration or temperature) is changed at one end of a pipe and the sensor is located at the other end, the change will not be detected until the material has moved down the

604 Bernhard Vief, Die Inflation der Igel. Versuch über die Medien, in: Derrick de Kerckhove / Martina Leeker / Kerstin Schmidt (Hg.), McLuhan neu lesen. Kritische Analysen zu Medien und Kultur im 21. Jahrhundert, Berlin (transcript) 2008, 213-232

605 Erich Jantsch, Erkenntnistheoretische Aspekte, in: xxx, 171. Dazu Norbert Bolz, Am Ende der Gutenberg Galaxis. Die neuen Kommunikationsverhältnisse, München (Fink) 1993, 41

length of the pipe. The travel time is dead time. This is not a problem that occurs only in big plants with long pipes. A bench top process can have fluid creeping along a tube. The distance may only be an arm's length, but a low enough flow velocity can translate into a meaningful delay."⁶⁰⁶

Beim Sampling als Verfahren der A/D-Wandlung kommt dies in technomathematischer Form zum Zug, denn das Digitale beruht notwendig auf Momenten der Zwischen(wert)speicherung: „Control loops typically have „sample and hold“ measurement instrumentation that introduces a minimum dead time of one sample time, T, into every loop. This is rarely an issue for tuning, but indicates that every loop has at least some dead time“ (ebd.).

Die Mächtigkeit von Technomathematik aber erweist sich in genau diesem Zusammenhang: Der Einsatz eines *predictor* vermag die absehbare Totzeit vorausrechnerisch zu kompensieren – ein Verfahren, das seit dem Zweiten Weltkrieg in der Artillerie zur Flugabwehr im Einsatz war und die mathematische Kybernetik ebenso wie den Elektronenrechner beflügelte. Was weggerechnet wird, ist die Übertragungszeit selbst.

Das Durchbrechen semantischer Kontexte wurde als hypertextuelles Schreibverfahren technisch implementiert. Hypertext trägt den rekursiven Strukturen aufgezeichneter Sprache Rechnung, denn da er Worte und Texte verbindet, deren Bedeutung jenseits der Linearität des Diskurses in Beziehung und Resonanz zueinander stehen, praktiziert er medienoperativ die bislang eher theoretische Einsicht, daß Text immer auch ein Netz von Assoziationen ist.⁶⁰⁷ Damit ändert sich auch der Begriff der Tradition vom historiographischen zum archivischen Dispositiv hin: „Das elementare Schema der Kommunikation wäre nicht mehr `A übermittelt etwas an B´, sondern `A modifiziert eine Konfiguration, die Ab, B., C, D usw. gemeinsam ist.“⁶⁰⁸

Nonlineare Signalübertragung in binär kodierter Nachrichtenmedien ist vertraut aus einer ebenso symbolischen wie mechanischen Operation: der „Übertrags“ bei Additionen über einstellige Werte hinaus (Zehnerübertrag). Leibniz löste dies für seine Vierspezies-Rechenmaschine durch die Konstruktion der Staffelwalze⁶⁰⁹; die zentrale Recheneinheit in Computern kennt eine Variante davon im Gatter der

606 Doug Cooper, Dead Time Is The "How Much Delay" Variable; online: <http://www.controlguru.com/wp/p51.html>; Zugriff 25. November 2008

607 Pierre Lévy, Die Metapher des Hypertextes, in: Les Technologies de l'intelligence. L'avenir de la pensée à l'ère informatique, Paris 1990, 78-82; dt. in: Engell u. a. (Hg.) 1999: 2000, 529

608 Pierre Lévy, [Hypertext] xxx, in: Engell et al. (Hg.) 1999: 529

609 Siehe Reinhard Finster / Gerd van den Heuvel, Gottfried Wilhelm Leibniz mit Selbstzeugnissen und Bilddokumenten, Reinbek b. Hamburg (Rowohlt) 1990, 104-107

Halbaddierer. Die „Eins im Sinn“ ruft nach dem Zwischenspeicher (Register).

Eine Form der Übertragung, die topologisch oder assoziativ von einem Punkt zum anderen springt, mag verwirrend erscheinen; aus dem Internet aber ist diese Form, sich in Informationsmengen zu orientieren, vertraut. Walter Benjamin hat es in seinem Buch *Berliner Kindheit* als Stadterfahrung definiert: Es gelte, sich in Labyrinthen verirren zu lernen. Claude Shannons logisch-kybernetisches Labyrinth-Spiel ist die Antwort darauf.

Theodor Holm Nelson war inspiriert von Bushs „Memory Extender“, der ausdrücklich „associative indexing“ leisten sollte, „the basic idea of which is a provision whereby any item may be caused at will to select immediately and automatically another“ <Bush a.a.O.>. Daraus entwickelt Nelson sein Konzept der Dokumentenverknüpfung nicht durch Metadaten, sondern aus der Textmetrie selbst: „Links are intrinsic to documents“; nonlinear „[i]t is put in by a human“. Eine solche „connection between parts of text or other material“⁶¹⁰ ist tatsächlich nicht nur ein hypertextuelles, sondern ein hypermediales Ereignis, dem multisensorischen Schauplatz einer mittelalterlichen Handschrift näher als dem „heißen“ Medium Buchdruck, und zugleich eine Fragmentierung der klassischen Wissenseinheit von Buch und Seite zugunsten elementarer Wortbestandteile.

[(Medien-)Wissenschaftliche Argumente, zum linearen Text geronnen, werden erst im Moment ihrer Drucklegung wirklich festgeschrieben. In elektronischer Form bilden die thematisch gruppierten Ordner indes nur lose gekoppelte, temporäre Textfügungen. Ebenso, wie die auf der Festplatte eines Computers dissipativ adressierten Fragmente erst im Moment der Formatierung ein kohärentes Textformat erlangen, kommen auch flüchtig gespeicherte elektronische Texte erst im Moment der Drucklegung zu ihrer nachhaltigen Verantwortung.]

Der klassische Übertragungskanal zersplittert ebenso räumlich (von linearen zu dissipativen Strukturen und Netzen) wie zeitlich (von der synchronen, im Wesen der elektromagnetischen Wellenausstrahlen selbst angelegten Broadcast-Kommunikation klassischer Funk- und *live*-Medien zur asynchronen Kommunikation, mit dem speicherbegabte Kommunikationsmedien (E-mail etwa) jenseits von analoger Telephonie einerseits an die Epoche vortechnischer, zeitversetzter Kommunikation per Brief anknüpfen, sie aber auf der Ebene elektronischer Unmittelbarkeit zugleich auch wieder unterlaufen⁶¹¹). Erstmals generieren

610 Theodor Holm Nelson, *Literary Machines. The Report on, and of, Project Xanadu*, Sausalito, CA (Mindful Press) 1991, 2/23

611 Das "asynchrone Dasein" beschreibt Nicholas Negroponte, *Total Digital*, xxx 1995, 206 f.

vernetzte Computer eine Kommunikation nach eigenem mediengesetzten Recht, das dem menschlichen Kommunikationsbedürfnis im Entwurf des World Wide Web durch Tim Berners-Lee (Prototyp 1990, öffentlicher Gebrauch seit 1993) zwar auf der Ebene postalischer Praxis entgegenkommt, ihm tatsächlich aber seine eigenen Gesetze aufzwingt. Die erste Aussage jeder Internet-Webseite sagt Hypertext, nämlich Verweis⁶¹²; erst die kybernetische Auslösung dieses Link setzt diese Qualität in Vollzug. Anders als für Nur-Lese-Texte kommt damit eine mediale Form von Kommunikation in die Welt, die sich erst im übertragungstechnischen Vollzug realisiert – ein technisches Medium im eigentlichen Sinne, und eine Realisation von Charles S. Peirces Modell einer triadischen Semiotik des endlosen Verweises.

Das Internet - ein zeitkritisches We(i)sen

Kommunikation, verstanden im medienwissenschaftlichen, also nachrichtentechnischen Sinne als Signalübertragung, ist in der Epoche hochtechnischer, genauer: technomathematischer Medien zeitkritisch geworden. Zeit selbst wird verschluckt.

Transport und Signalübermittlung unterscheiden sich fortan grundsätzlich. Elektronische Geschwindigkeit für drahtlose oder kabelgebundene Kommunikation meint keine Vehikel: „Die drahtlosen Wellen sind elektromagnetische Vorgänge, die weder an Materie noch Energie gebunden sind. Sie durchdringen [...] - wie das Licht - den leeren Raum, in dem gar keine Elektronen vorhanden sind. Und im Kabel fließen zwar Ströme, die aus Elektronen bestehen. Aber man darf sich das nicht so vorstellen, daß [...] die Elektronen die Nachricht [...] materiell befördern, indem sie [...] die Nachricht mit sich tragen. Tatsächlich bewegen sich die Elektronen selbst nur ganz langsam. [...] Die Fortplanzungsgeschwindigkeit, mit der das Sprachsignal <sc. Telephonisch> übertragen wird, [...] kommt nur so zustande, daß ein sich verschiebendes Elektron sozusagen auf das nächste drückt, das nun seinerseits diesen Druck weitergibt“⁶¹³ - eine Welt der Impulse, der Kontiguität - weshalb Marshall McLuhan für die Epoche der Elektronik die Rückkehr des Audio-Taktilen (analog zum Luftdruck) diagnostiziert.

Schnelligkeit ist hier nicht in Bezug auf Raumüberquerung (Fortbewegung), sondern als Kurzzeitigkeit gedacht. Die Redensweise „schnell vom Begriff“ steht diesem technologischen Verständnis von Geschwindigkeit nahe: schnelle Schaltung. Mit der Vakuum-

612 www.w3.org/History/19921103-hypertext/hypertext/WWW/Link.html

613 W. T. Runge, Elektronische Geschwindigkeit ist keine Hexerei (Vortrag, gehalten auf dem TELEFUNKEN-Empfang der Fachpresse anlässlich der Hannover-Messe 1966), in: radio-tv-service Nr. 77/78, 19xx, 2895-2899 (2895)

Elektronenröhre wurde es manifest: die zeitkritische Eigenschaft von Elektronen, schnell beschleunigt und abgebremst zu werden, ohne dabei rasch an die Grenzen der Masseträgheit zu stoßen. Ein Elektron hat die geringfügige Masse von ca. 10^{-27} Gramm; mit buchstäblicher Leichtigkeit kann die Elektronenröhre damit in frühen Computern blitzschnell schalten respektive hochfrequenten Schwingungen für Radio und Fernsehen „fast ohne Verzögerung“⁶¹⁴ folgen.

Die Teleskopie Galileo Galileis ist noch eine (wenngleich irritierende, weil ganz und gar auf die Autorität der Linsen begründete) klassische Ausweitung des menschlichen Sehnsinns. Demgegenüber ist die Bezeichnung „Fernsehen“ für elektronische Bildübertragung im Grunde irreführend: „Wir sind nämlich keineswegs in der Lage, mit bestimmten Hilfsmitteln tatsächlich ‚in die Ferne zu sehen‘, sondern besitzen nur unter erheblichen Einschränkungen die Möglichkeit, irgendeinen optischen Vorgang von einem Ort zu anderen zu übertragen.“⁶¹⁵ Mit ingenieurshafter Klarheit schreibt es die notorische Patentschrift für elektromechanisches Fernsehen Paul Nipkows 1884 gleich im ersten Satz: „Der hier zu beschreibende Apparat hat den Zweck, ein am Orte *A* befindliches Object an einem beliebigen anderen Orte *B* sichtbar zu machen.“⁶¹⁶

Weder „Tele-“ noch „-kommunikation“: Im elektronischen muß Fernsehen ein Synchronisationsimpuls, der dem eigentlichen Bild(zeilen)inhalt im Videosignal hinzugefügt wird, für die strikte Taktung von Sender- und Empfängerzeit sorgen. „Da eine Verständigung zwischen Sender- und Empfängerseite in der Praxis nicht möglich ist, muß man einen Kunstgriff zur Erzwingung des Gleichlaufs zu Hilfe nehmen.“⁶¹⁷

In Form von Time-Sharing, d. h. Der echtzeitigen (im menschlichen Wahrnehmungsfenster von Gegenwart liegenden) scheinbar gleichzeitigen Nutzung von Rechenzeit eines Prozessors durch mehrere Benutzer an Terminals wird ein System vernetzter Computer zeitkritisch. Dieses Momentum artikuliert sich im „Ping“-Signal des Internet. Das Vorbild dieses zeitkritische Signal (seit 1983 zum Test der Erreichbarkeit und Dauer des Verbindungsaufbaus in der Kommunikation zwischen Computern) stammt aus der submarinen Welt; die Visualisierung eines solchen U-Boot-„Ping“ beginnt im Analogen, verebbt aber im Digitalen.⁶¹⁸

614 Runge a.a.O.: 2896

615 Heinz Richter, Fernsehen für Alle. Eine leichtverständliche Einführung in die Fernseh-Sende- und Empfangstechnik, Stuttgart (Franckh) 1951, 11

616 Kaiserliches Patentamt, Patentschrift Nr. 30105 (Klasse 21: Elektrische Apparate): Paul Nipkow in Berlin, Elektrisches Teleskop ("patentirt im Deutsche Reiche vom 6. Januar 1884 ab")

617 Heinz Richter, Fernsehen für Alle. Eine leichtverständliche Einführung in die Fernseh-Sende- und Empfangstechnik, Stuttgart (Franckh) 1951, 23

618 "Submarine Sonar Sound"; Quelle: www.uboataces.com

Nirgendwo wird die Differenz zwischen früheren Bibliotheksphantasien einer Weltenzyklopädie und dem Internet als operativer Medienpraxis deutlicher als in dem Moment, wo der *online*-Enzyklopädie Wikipedia das Suchwort *ping* selbst aufgegeben wird. Die Antwort liegt im Vollzug: Wenn der wikipedia.com-Server nicht durch dieses Suchwort, sondern sein elektronisches Referential, nämlich das *ping*-Signal selbst adressiert wird, sieht die Antwort – kein Text, sondern ein Zeit-Protokoll etwa so aus:

```
$ 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
```

Ping meint eine Praxis von Kommunikation, die den Menschen vorläßt. Ein Quellrechner sendet dabei kleine Datenpakete vom Typ *echo request* an den Zielrechner. Erreichen diese Pakete ihr Ziel, dann antwortet diese Konfigurationsgemäß mit *echo reply*. So kann überprüft werden, ob eine *online*-Datenverbindungen zwischen zwei Maschinen prinzipiell, also auf medienarchäologischer Ebene funktioniert. Bei der Suche nach Störungen in Netzen ist dies der erste Schritt. Ein Relikt aus medienarchäologischer Zeit ist der „ping of death“: Eine Zeitlang waren manche TCP/IP-Stacks gegen übergroße Ping-Pakete empfindlich und stürzten so radikal ab, daß sie die gesamte Maschine mitrissen.⁶¹⁹

Was das Synchronisationssignal als Bedingung des gelingenden Bildes in der elektronischen Fernsehübertragung war, setzt sich im Netz fort, als „Sync“-Signal.

Eine zeitkritische Figur hochtechnischer Kommunikation ist das Time-Hopping im Unterschied zum Frequency-Hopping, gleich der Differenz von AM und FM in der klassischen Funktechnik: „Das Time-Hopping-Verfahren bzw. Zeitsprungverfahren, im Englischen als Time Hopping Spread Spectrum (THSS) bezeichnet, ist ein Modulationsverfahren bei dem die einzelnen Bits eines Teilnehmers nur in kurzen Zeitabschnitten gesendet werden. Der Abstand dieser Zeitabschnitte innerhalb einer Übertragungsperiode wird dabei variiert. Dadurch ist es möglich, dass mehrere Teilnehmer auf der gleichen Frequenz senden können. Jeder Teilnehmer variiert dabei sein Zeitfenster, so dass es zwar zu Kollisionen kommen kann, die aber durch die ständige Änderung des Zeitfensters der Teilnehmer eher selten auftreten. [...] Dieser Zeitschlitz wird durch ein pseudozufälliges Muster festgelegt. Damit der Empfänger alle zusammengehörenden Bits empfangen kann, muss auch dieser das Zufallsmuster kennen, damit er das Signal wieder zurückgewinnen kann.

619 Siehe <http://www.lmtm.de/InformatiXTM/netzwerke/texte/ping.html>

Das Zufallsmuster kann dementsprechend auch als Code betrachtet werden, denn jeder der das Signal abhören will, muss ebenfalls das Zufallsmuster kennen mit dem die Zeitschritte für die Übertragung festgelegt wurden.“⁶²⁰

Entwickelt wurde das Frequenzsprungverfahren als kryptographisches System für drahtlose Nachrichtenübertragung aus dem Geist der elektronischen Musik: „Avant garde composer George Antheil [...] had experimented with automated control of instruments. [...] On 11 August 1942, U.S. Patent 2,292,387 was granted to Antheil and Hedy Kiesler Markey. This early version of frequency hopping used a piano roll to change between 88 frequencies and was intended to make radio-guided torpedoes harder for enemies to detect or jam“⁶²¹ - implizit sonisch, eine elektrotechnischen Medien eigene Weise der Kommunikation.

Solches Telefunk(en)-Wissen um die Option von *frequency hopping* mag „in the open literature“ durch die englische Übersetzung von Johannes Zennecks Buch *Wireless Telegraphy* (deutsches Original 1908, englische Übersetzung McGraw Hill, 1915) nach Amerika gelangt sein.⁶²²

HEIMISCHE UND HEIMATLOSE MEDIEN

Das „commercial @“

Radikale Medienarchäologie erdet medienkulturelle Phänomene in ihren symbolischen und technischen Operationen so konkret wie möglich. Es gibt ein unscheinbares Symbol im Zeichenvorrat der Telemedien, das inzwischen so vertraut ist, daß seine Nutzer dessen Herkunft vergessen haben: das „@“-Zeichen, das buchstäblich für E-mail-Kommunikation steht, indem es die Internet-Server mit dem individuellen Nutzer verbindet – und zugleich die klassische Getrenntheit von privatem und öffentlichem Raum aufhebt.⁶²³

Das „@“-Zeichen steht für die Verknüpfung von lokaler Adresse und den technischen Knotenpunkten der Telekommunikation. Ursprünglich ein Sonderzeichen auf kaufmännischen Schreibmaschinen für die Fakturierung, also Rechnungstellung. Ist das „@“-Zeichen selbst eine medienarchäologische Wiederentdeckung. Mit der Zeit hatte es seinen

620 http://de.wikipedia.org/wiki/Time_Hopping; Zugriff 22. Oktober 2009

621 <http://www.macupdate.com/info.php/id/25427>; Zugriff 22. Oktober 2009

622 Philosophy of Science Portal. A venue for discussions of science and philosophy; *online*

<http://philosophyofscienceportal.blogspot.com/2009/05/heddy-lamarr-fritz-mandalfrequency.html>; Zugriff 22. Oktober 2009

623 Dazu die Ausstellung *com@home. Vom Gestern zum Übermorgen der Wohn- und Kommunikationskultur*, Museum für Kommunikation, Berlin, Frühjahr 2005

Sinn verloren und fristete ein Schattendasein auf den Tastaturen, bis daß 1972 Ray Tomlinson das erste E-mail-Programm entwickelte und auf das auf verwaiste @-Zeichen verfiel, um damit fortan in der E-mail-Adresse den Namen des Nutzers von dem des Mailservers abzutrennen. So wurde das „@“ zum Wahrzeichen für eine Ära, die das Ferne nicht mehr nur per Gerücht, als Brief, als Zeitung, als Radio oder als Fernsehen, sondern veritabel computerförmig in die heimische Kommunikatoinswelt brachte. Deren wahre Botschaft aber ist die technomathematische Theorie der Kommunikation selbst.

Dieses „@“ ist zugleich ein Mahnmal, eine Erinnerung daran, daß die diskreten elektronischen Kommunikationstechniken nicht zum Zweck des Gesprächs, sondern im Kalkül der Informationsübertragung erfunden wurden. Das für die Kommunikation im Internet wiedergeborene „commercial @“ ist ein unauslöschliches Indiz für die Erweiterung des Kommunikationshorizonts bis hin zum *embedded computing* in den Alltagsgeräten selbst, ebenso wie umgekehrt die Erweiterung des privaten Raums in die Öffentlichkeit durch das Smart Phone in seiner Allgegenwart. Privatheit ist nicht mehr an das Heim gebunden, sondern den Zeitmoment, wo ein Individuum durch *peer-to-peer* Kommunikation für einen Moment das gesellschaftliche Feld unterläuft.

Das einst kaufmännische „@“-Zeichen indiziert den Einbruch einer verborgenen Macht ins Daheim, dramatische noch als der Briefkastenschlitz an der Haustür, mit dem sich der Staat Direktzugriff verschaffte. Das „@“-Zeichen steht für den Codes und damit letztlich Zahlenwerte, aus denen die binäre geschaltete Welt der „Telemedien“ inzwischen gebaut ist. Noch nie war das Zuhause so vollständig kodiert wie mit den *online*-Technologien der Mikrokommunikation, vom ISDN-Anschluß zuhause bis hin zu der aus der Ferne programmierten Kaffeemaschine.

Die Kabel- und *online*-Enden der Privatheit?

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 Überwachung. Kommunikation geht in die allgemeine digitale Signalverarbeitung der Sinne über – Adressierung, Übertragung, Speicherung und Rückkopplung, ein vollständiger Medienverbund in den eigenen vier Wänden.

Der nächste Schritt ist die Ankopplung der Körper selbst an die Signalübertragung, sein Direktanschluß zur (Um-)Welt, 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-*

treacking). 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 Sprachassistenten wie Siri und Alexa. Wenn es dem Rechner gelingt, die Ton- und Videospuren des Lebens zu analysieren und als Text abzuspeichern, erfolgt die Archivierung des Lebens in Echtzeit.

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 Telefonnetz 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. *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 Gerätпарк 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 Telefons, wie es Walter Benjamin für seine Berliner Kindheit schon drastisch beschrieben hat, bricht Öffentlichkeit nicht nur ins Heim ein, sondern mit Mobiltelefonie auch unterwegs.

Mit mobilen Telefonen 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? 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, die der energetischen, automobilen Vehikel bedürfen, allen Phantasien des quantenmechanischen Beamens zum Trotz - bis daß in der „e-Mobilität“ Elektrik als Energieform und Elektronik als telekommunikative (Selbst-)Steuerung konvergieren (Smart Car und Smart Home).

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 Telephon wird nicht mit den Augen geflirtet, sondern die Stimme moduliert; dies weist die Option der Bildtelefonie in ihre Grenzen. Das Briefeschreiben wiederum rechnet damit, daß zwischen Schrift und Lektüre eine Zeitspanne liegt; um die Brisanz zeitkritischer Datenübertragungslatenz aber weiß im Internet nur noch das „Ping of Death“. In einem frühen Handbuch über E-Mail-Programme findet sich der Ratschlag: „Schreiben Sie keine Romane. Das liest kein Mensch.“ So geht eine Briefkultur verloren und läßt im Kurznachrichtendienst Twitter den Telegrammstil wiederaufleben. Im Unterschied zur einfachen Wiedereinkehr aber wird eine Nachricht im Internet radikal in Datenpakete mit *timestamp* fragment, ein Unterlaufen aller subjektiv intendierten Narration.

„Self-“Tracker am Werk der privaten Kommunikation

Die Entwicklung der elektrischen (Telephonie) und elektronischen Kommunikationstechnik (Radio, Fernsehen) unterlief die Trennung von Öffentlichkeit und Privatheit rasant. Was etwa als Technologieschub im Zweiten Weltkrieg begann, der UKW-Funk, dient nun nicht mehr zur Kommunikation zwischen Panzern, sondern über die Zimmergrenzen hinweg als Baby-Phone zur drahtlosen akustischen Überwachung des

Nachwuchses. 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 Türschwelle installiert. So wird aus den Zukunftsutopien von 1948 die „vergangene Zukunft“ im Rückblick.

Es gibt eine ganze Kultur von Web-Cameras im Internet, die ständig private Szenen zur Verfügung stellen. Aus der *Real life soap* TV-Experimentalanordnung Big Brother resultierte 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 @ home* kreiert ein neues Verständnis von Transparenz des privaten Raums gegenüber dem öffentlichen Einblick.

Telekommunikation zuhause, also in kleinsten Distanzen, ist seit der Fernbedienung von Radio und TV vertraut. Doch war Kommunikationstechnik zuhause die längste Zeit autonom; der elektrische Staubsauger war nicht direkt mit dem Fernsehen gekoppelt. Anders sieht dies aus, seitdem digitale Mikro-Controller und „Sprachassistenten“ Einzug in den Privatraum halten, und Sensoren die ständige Kommunikation zwischen Zentralcomputer und Individuum, zwischen digitaler und analoger Welt, zwischen Rechnern und Körpern aufrechterhalten.

Die *mobile Privatheit* (also Internetnutzung zuhause wie unterwegs) ist selbst Angriffsziel von Trackern, d. h. Der algorithmisierten Verfolgung und Filterung von Kommunikationsverhalten in sozialen Netzwerken und in Suchmaschinen zur Profilierung. In den meisten Diensten finden sich auf den lokalen oder mobilen Rechnern Dutzende von Trackern installiert, welche Mausbewegungen aufzeichnen und daraus Augenbewegungen auf Webseiten rekonstruieren. Was von Bertolt Brecht noch als Verheißung rückkanalfähiger Medien gefeiert wurde, wird in *online*-Medien zur Datenspionage – gegen die sich der Nutzer seinerseits durch vorgeschaltete Schutzwälle wie den eBlocker rüsten kann.⁶²⁴

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.

624 Christian Bennefeld, Sicherheit und Convenience bei der Internetnutzung, in: DIVISI magazin, Dezember 2018, 24-26

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“, als logische Gatter: 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.⁶²⁵ An der Wohnungstür können mithilfe „digitaler Besucherbeantworter“ audiovisuelle Nachrichten hinterlassen werden, die vom Bewohner auch aus der Ferne abrufbar sind.

Der Einbruch der Öffentlichkeit in den privaten Kommunikationsraum läßt sich datieren; 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 Briefkasten bedeutet schon eine rechtliche Verpflichtung - „die nicht-diskursiven Bedingungen für diskursive Ereignisse“, wie 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.

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

⁶²⁵ Zur Tür als Kulturtechnik siehe Bernhard Siegert, *Cultural Techniques: Grids, Filters, Doors, and Other Articulations of the Real*, transl. Geoffrey Winthrop-Young, New York (Fordham University Press) 2014

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. Die Kybernetik des Rückkanals 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: von der analogen zur digitalen Kommunikation zuhause

Es war ein dramatischer Moment für das Medientheater des 20. Jahrhunderts, als der klassische Empfang analoger TV-Sender per Antenne, also der sogenannte terrestrische Empfang, auf exklusiv digitale Signale umgeschaltet und damit historisiert 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 dem Wissen der Technik am Werk sind,

bis die technologische Eskalation diese Dichotomie der Signale selbst aufhebt.

Das Fraunhofer Institut stellte 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.

Heimatlosigkeit, Datenflucht. Diaspora in Zeiten vernetzter Kommunikationsmedien

Die aktuelle kulturpolitische Lage ist von Begriffen wie „social media“ und „Globalisierung“ geprägt. Vor diesem Hintergrund liegt es nahe, daß auch Medien- sowie Informationswissenschaft zu einem aktuellen Thema, dem mancherseits sogenannten „Migrationsproblem“, Stellung nehmen. Gibt es einen Bezug zwischen Daten- und Menschenmigration? Ohne in Metaphorik zu verfallen, üben Medien- und Informationswissenschaft mit der ihnen gebührenden analytischen Distanz andersartige Perspektiven darauf ein.

Der Begriff der „Datenmigration“ ist ein den Dokumentationswissenschaften längst vertrauter *terminus technicus*, zunächst für Umstellungsprozesse in Datenverarbeitungssystemen, die „Übersiedlung“ oder Portierung von Dateien und Formaten⁶²⁶, doch ebenso hinsichtlich der hard- wie softwareseitigen Aporien langzeitiger Überlieferungschancen digitalen Kultur- und Wissensguts.

Zur Selbstverständlichkeit, in Zeiten mobiler Kommunikationsmedien nahezu unverzüglich auf abgespeicherte Daten zugreifen zu können, gesellt sich der Anspruch auf deren ubiquitäre *online*-Verfügbarkeit. Doch die kategorische Trennung vom *secretum* des Archivs und der unmittelbaren Gegenwart ist damit nicht aufgehoben, sondern nur ins technologische Verhältnis von Datenströmen und Übertragungsprotokollen verschoben.

626 [https://de.wikipedia.org/wiki/Migration_\(Informationstechnik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Migration_(Informationstechnik)), Zugriff 5. Oktober 2018

Die Kopplung von Digitalisaten an globale Unmittelbarkeit im netzbasierten *online*-Zugang stellt nationale Grenzen und den kulturellen „Exil“-Begriff grundsätzlich infrage – wie es sich schon mit den analogen grenzüberschreitenden Funkmedien Telegraphie, Radio und Fernsehen im frühen 20. Jahrhundert angebahnt hatte. Digitale Kommunikationsnetze sind lediglich eine Eskalation einer prägenden Figur der Moderne. „[I]nsbesondere durch die Ausbildung der modernen Verkehrsmittel, sind für uns Raum und Zeit in der Vorstellung bereits sehr zusammengeschrumpft“, schreibt ein Kommunikationsingenieur im Jahre 1927, um jedoch zu ergänzen: „Aber nicht überwunden. [...] dank der geheimnisvollen, für uns körperlichen Wesen transzendentalen Kräfte der Elektrizität und des Magnetismus sind wir auf dem besten Wege, zu einer ‚irdischen Allgegenwart‘ zu gelangen, natürlich nur zu einer sinnlichen. Es war in der Tat ein ereignisvoller Abend [...], an dem das erste offizielle Telephon-Gespräch von Berlin nach dem 12000 km entfernten Buenos Aires geführt wurde.“⁶²⁷ Damit ist die für Menschenwahrnehmung sich öffnende techno-traumatische *Schizotopie* von kommunikativer Unmittelbarkeit bei physischer Distanz benannt, die sich durch Speichermedien wie den Phonographen und den telephonischen Anrufbeantworter, aktuelle Voice-Mail, bis zur *Schizochronie* erweitert. So wird auch „Exilforschung“ hinsichtlich der technischen Signal- und Kommunikationswelten ein genuin medienarchäologisches Anliegen, zumal sich der performative (körperbezogene) und der operative (kommunikationstechnische) Begriff der „Migration“ inzwischen in der Schwarmintelligenz, als Leitung von sogenannten „Flüchtlingsströmen“ durch Mobiltelefonie, oder als kurzfristige Organisation politischen Proteste durch „Flash-Mobs“ verschränken. Angesichts von *locative media* wie der allgegenwärtigen smarten Mobiltelefonie wird der Begriff „Exil“ selbst zum Anachronismus. Die dramatische Kluft zwischen realem Körpertransport durch energetische Vehikel und nahezu materielosem Informationsaustausch, die sich bereits in der Epoche analoger, drahtloser Kommunikationsmedien wie Telegraphie und Rundfunk eröffnete, ist im digitalen Mobilfunk eskaliert. Um die „Transnationalität“ digitaler Objekte technologisch zu fassen bedarf es allerdings, zunächst methodisch von der konkreten, historisch-politischen Exilforschung abzusehen, um nicht in Metaphorik zu verfallen. Es gilt also, die Frage nach „Exil“ und „Migration“ zunächst vom politischen Diskursiv zu entkoppeln und radikal medienarchäologisch davon zu entlasten, um ihre medienkulturelle und -epistemische Dimension frei ausloten zu können.

Der Brückenschlag von soziologischer Migrationsforschung zu Fragen der Datenmigration gelingt nur dann, wenn die Analyse den semantisch suggestiven Analogien widersteht.

627 Dr. ing. Klimke, *Transozean-Telephonie*, in: Handbuch für Funkfreunde, hg. v. d. Telefunken-Vertreter-Gemeinschaft e. V., o. O. 1927, 13-19 (13)