

[Wolfgang Ernst: SCHRIFTEN ZUR MEDIENARCHÄOLOGIE]

KONVOLUT "CHRONOTECHNIKEN"

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

Themenblöcke:

- *Zeitkritische Signalverarbeitung*
- *Zeit-Taktung*

Detailliertes Inhaltsverzeichnis (kapitelweise):

Zeitkritische Signalverarbeitung:

KLEINSTE MOMENTE DES REALEN, oder: $\lim. \Delta t \rightarrow 0$

- Zeit des Computers
- *Einbruch* des Realen in den symbolischen Code: die Störung
- Entzug des Realen im (digitalen) Informationsraum?
- "Fill in the gaps": Zeit-Täuschung mit Lessing
- Der Nullpunkt: Nicht Zeichen, nicht Signal, sondern Impuls
- Eine signaltechnische Nullzeit
- Rechnend in der Welt / in der Zeit sein
- Die Differentialrechnung
- Fehlt die Zeit? Mathematische Analysis als Königsweg zum Realen (Fourier, Gabor)
- Das Zeitreal im Akustischen
- Verlautbarungen gegen die Zeit: technische Stimmen
- Die Anteilnahme der Medien am Realen: diesseits des Appells an den menschlichen Zeitsinn
- Die Δ -Funktion des Realen
- Das Reale im / als elektromagnetisches Feld
- Medientheorie des Wetters: mit Unwahrscheinlichkeiten rechnen lernen
- "Echtzeit" - das zeitliche Reale?

ZEITKRITISCHE MEDIENPROZESSE

Technische Signale: nicht semiotische Zeichen, sondern zeitkritische Ereignisse

Ping: die Melodie des Internet

Laufzeiten

Film, Fernsehen, Video - von klassischen zeitbasierten zu hochtechnischen zeitkritischen Medienprozessen

Taktung und Synchronisation

Zeitreihenanalyse diesseits von Geschichte?

ZEITKRITISCHE KOMMUNIKATION AUS MEDIENTHEORETISCHER SICHT

Figur und Grund der folgenden Argumentation

Zum Thema: Zeitkritische Medienprozesse
Keine Zeitzeichen, sondern Signalanalyse
Chrono-stoicheia: Vermessung von Leben in kleinsten Zeiteinheiten
"Vision into sound and sound back into vision": Bairds *Phonovision*
Zeitkritische Bilder aus dem elektromechanischen Medium: der *Televisor*
Technisch erzwungene Synchronisation
Die Kopplung von verbaler und elektronischer Unverzögerlichkeit:
Schabowskis "sofort" am 9. November 1989
Zeit als kritisches, kairotisches, definitorisches Element der "neuen
(technischen) Medien"
Zwischenspiel zum Digitalcomputer: Aufhebung von Mediengeschichte?
Die elektronische Beschleunigung von Kommunikation
Ambivalenzen von Übertragung: Telegraphie und Telephonie
Der Primat zeitkritischer Topologie gegenüber der klassischen
Übertragung: das Internet
Zeit, Signal und Transport

Zeit-Taktung:

DIE GETAKTETE UHR: ZWISCHEN RELIGION UND MASCHINE

- Von der Kulturtechnik zur Medientechnologie
- "Vulgäre Zeit"? Die medienarchäologische Frage
- Von der kulturtechnischen Regel zur automatisierten Taktung: die Uhr
- Abstraktion der Zeit: Klosterwelten
- Chronologie, Uhr, Takt: Monastische Zeitplanung
- Makro-Uhrzeit: Die mittelalterliche Annalistik
- Uhren und Oszillationen: die kosmische Uhr
- Das epistemogene Artefakt: die Hemmung an der Räderuhr
- Vom Ritual und von der Liturgie zur Räderuhr: Medienarchäologie
versus Medienanthropologie
- Der Anachronismus der getakteten Räderuhr
- Verhinderte Zeit

(JETZT) IN DISKRETEN ZUSTÄNDEN EXISTIEREN: DAS COMPUTER-SPIEL MIT DER ZEIT

- Der elektrotechnische Takt als Zeitgenerator
- Das "virtuell" Reale in der rechnenden Maschine (Computer)
- Kein Oxymoron: diskrete *lifestreams*
- Die vertane Chance des *millennium bug*
- Momentane Zustände: Kinematographie
- Gedächtnislose Gegenwart
- Getaktet leben / getaktete Zeit erleben
- Vision einer Welt ohne Geschichten: eine "time of non-reality"
- Computerspiele und Computernetze: scheinbar narrativ, tatsächlich die
Dekonstruktion der Erzählung
- Erzählbarkeit des Computers?

- Das *Jahr-2000-Problem* fand nicht statt
- Entropie und Ergodik (*The Speaking Clock*)
- Sampling als Schauplatz der Wandlung von Erzählung
- Analog *versus* diskret leben(d)
- Erzählung und Computer im Konflikt: Programmieren
- Computergraphik und Mathematik
- *Hyperfiction*, Hypertext und Internet, non-narrativ?
- Transnarrative Aussichten: eine topologische Ästhetik der Datenbanken
- "Retrocomputing": weder nostalgisch noch historistisch
- Zeit von Gnaden des Computers: *time sharing*

=====

Zeitkritische Signalverarbeitung:

KLEINSTE MOMENTE DES REALEN, oder: $\lim. \Delta t \rightarrow 0$

Zeit des Computers

Auf die Zeitachse hin erweitert, gilt die Frage nach dem Status des Realen in digitalen Welten dem *Zeitreal*. Durch ihre ultraschnelle Zeitverarbeitung haben Computerwelten Anteil am Realen der physikalischen Welt, nämlich an ihrer Zeitlichkeit. Tendiert das Δt dieser Zeitrechnung gegen Null, erscheint es phänomenologisch als Jetztzeit; aus Sicht des Computers indes gibt es diese qualitative Differenz einer Quantität nicht. Zeitkritische Signalprozessierung im Computer *ist* das Reale in den digitalen Medien - gerade nicht als bloßer Zustand, sondern als Dynamik. Die von-Neumann-Architektur der vertrauten Computer ist die Verschränkung von strikter Zustandsmaschine (Turing's theoretischer Entwurf) und hochfrequentem operativer Vollzug (programmspeicherbasierte Realisierung). John von Neumanns "Game Theory" suchte die Spielzüge des Gegners vorzuberechnen; ein gewisses Maß an Willkür gilt es dabei einzukalkulieren. Nicht nur die reale Welt, auch die Welt der Planspiele ist von Unberechenbarkeiten mitgeprägt. Lineare Voraussagen rechnen mit Wahrscheinlichkeiten; eine ganze Aufmerksamkeitsökonomie im Internet beruht darauf.¹ Non-lineares Verhalten aber ist das Veto von Wirklichkeit.

Die Welt gibt sich mit Computerinterfaces den Anschein eines Naturzustands; je zerlegbarer diese Welt mit fortschreitender Digitalisierung wird, desto simulierbarer ist sie bis hin zu ihrer Physik (*physical modelling*). In Bezug auf Zeitoperationen aber simuliert der Computer die natürlich Welt nicht, sondern vollzieht sie. Beispielhaft dafür steht der Begriff von *engines* im Computerspieldesign; das In-der-Welt-Sein manifestiert sich hier als In-der-Zeit-Sein. Die

¹ Siehe Georg Franck, *Ökonomie der Aufmerksamkeit*. Ein Entwurf, München (Hanser) 1998

medientheoretische Aufmerksamkeit (selbst eine zeitkritische Wahrnehmungsform) gilt daher dem *Zeitreal*. Der Realitätsbezug digitaler Welten gründet im Zeitbezug, gleichursprünglich zum Zeitsinn des Nutzers namens Mensch. Auf dieser Ebene berührt Realtime-Digital Signal Processing das Innerste des Menschen; insofern ist der Begriff *Cyberspace* eher vernebelnd.

Seitdem zeitkritische, hochfrequente Medien die Signalverarbeitung im Menschen zu simulieren vermögen, affizieren sie ihn - wie vormals nur der Ton es vermochte - auf der Ebene des Zeitsinns; sie massieren seine Sinne zeitkritisch. In der digitalen Signalverarbeitung kommen Zeitmodalitäten der Moderne zusammen: Die symbolische Zeit verschränkt sich mit der imaginären Innerzeitlichkeit des Subjekts als Simulation des In-der-Welt-Seins. Die Zeit des Realen ist in gerechneten ("virtuellen") Räumen dasjenige, was mikrodramaturgisch stattfinden muß, damit überhaupt eine Partizipation, eine Immersion des „Users“ in das Zeitfeld stattfindet und funktioniert. Die Geschwindigkeit der Selektionen (also eine zeitkritische Informations- als Nachrichtenverarbeitung) ist damit zur entscheidenden Bedingung der Aufrechterhaltung des Imaginären sogenannter virtueller Welten geworden. Dies gelingt vermittelt einer radikalen Mathematik, die als in die Welt (damit in die Zeit) implementierte in Form von Logik und Hardware selbst handlungsmächtig wird - nämlich als operativer Computer.

Den rechnenden Medien gelingt die Anteilnahme an Realität durch eine Verschiebung von *real* zu *reell*. Diskrete Computer operieren mit Approximationen an die sogenannten reellen Zahlen; das (vormals physikalisch) Reale kehrt hier als Mathematik des Reellen zurück, operativ in der Hinsicht, die Welt ausmacht: die Zeitlichkeit. In Alan Mathison Turings Aufsatz "On Computable Numbers" (1937) ist von Zeit nicht die Rede; diese spielt nur implizit und im Sinn der von Henri Bergson kritisierten arithmetischen Zeit (der getakteten Uhr) im Nacheinander der Verarbeitungsschritte, also im Maschinentakt, eine Rolle - die Operation des *Zählens*. Die programmierte Maschine kennt Kontingenz vielmehr in Form des gestaltenden menschlichen Eingriffs in das System; das *interrupt* ist die Bedingung im Computer für Interaktivität mit der Außenwelt. "Der Mensch fungiert als Quelle der Kontingenz, er sorgt für den Ausgleich des Mangels, der ansonsten den Output der rechnenden Maschine auf die allzu dürftige Menge der berechenbaren Zahlen beschränkte."² Der Mensch wird zum Umwelt-Input für Automaten, deren Sensoren dieser Signalverarbeitung harren. Die von Norbert Wiener's *Kybernetik* privilegierte Figur der Rückkopplung

² Martin Warnke, Synthese Mimesis Emergenz - Entlang des Zeitpfeils zwischen Berechenbarkeit und Kontingenz, Textvorlage zur Tagung *Computer als Medium* (Hyperkult 13, Themenschwerpunkt "Unschärfe. Jenseits der Berechenbarkeit"), Juli 2004, Universität Lüneburg

ist eine zentrale zeitkritische Figur des Realen im Spiel mit dem Symbolischen des Computers: "In this system there is a human link in the chain of the transmission and return of information [...] what we [...] call the chain of feedback."³

Einbruch des Realen in den symbolischen Code: die Störung

Im Film *The Matrix* der Brüder Wachowski (1999) ist die Wirklichkeit, die von Menschen erfahren wird, eine von einem gigantischen Megacomputer generierte. Bildhaft wird diese Bedingung der symbolischen Matrix in Rechenprozessen, präsentiert an den Bildschirmen des Kontrollzentrums als Regen, als Ketten, als Prasseln von Nullen und Einsen; nur kleinste zeitliche Momente sind rechenbar für den Computer. In Begriffen der Nachrichtentheorie entspricht dem Realen das unkodierte Rauschen, dem Symbolischen das kodierte Signal. Störung wird medientheoretisch "nicht als Unglück, sondern als ästhetischer Glücksfall" erlebt⁴; so wird Ästhetik mit Nachrichtentheorie kompatibel (Max Benses Vision). Bill Violas frühes Videoband mit dem treffenden Titel *Information* (1973) zeigt Rauschen als das Höchstmaß potentieller Information, doch der Datenregen im Film *The Matrix* macht zugleich die ganze Differenz zwischen analogem Rauschen und digitalem Kode manifest: statt stochastischer Elektronen-Lichtpunkte auf dem Bildschirm (Un-Orte des Realen) geordnete Zahlenreihen.

Entzug des Realen im (digitalen) Informationsraum?

Ein Moment des Zeitrealen im rechnenden Raum des Symbolischen ist jener kleinste Unterschied, der als *bit* Information erzeugt. Denn diese Unterscheidung ist nicht nur logisch, sondern auch zeitlich: ein dynamischer Akt, der Schnitt als Verschiebung, also nicht schlicht *différence* (mit Bateson⁵), sondern *différance* (mit Derrida). Die im *bit* repräsentierte Informationseinheit aber ist weder Materie noch Energie; "da die Information im ontischen Kontinuum materieller Einheiten keinen *Platz* einnimmt, sondern diesen allererst artikuliert"⁶. Hier konvergiert die Informationstheorie mit Lacans Definition des Realen. Der digitale Einschnitt ist als "Entzug" von Zeit gerade die temporale Variante des Realen als Undarstellbarem, das dennoch am Werk ist; schon der Begriff

³ Norbert Wiener, *Cybernetics* [*1948], Cambridge, MA (M.I.T.) 2000, 96

⁴ Wulf Herzogenrath, *Der Fernseher als Objekt. Videokunst und Videoskulptur in vier Jahrzehnten*, in: ders. u. a. (Hg.), *TV-Kultur. Das Fernsehen in der Kunst seit 1879*, Amsterdam / Dresden (Verlag der Kunst) 1997, 110-123 (113)

⁵ Siehe Gregory Bateson, *Die Kybernetik des Selbst*, in: ders., *Ökologie des Geistes*, Frankfurt / M. 1985, 408 f.

⁶ Georg Christoph Tholen, *Die Zäsur der Medien*, in: Winfried Nöth / Karin Wenz (Hg.), *Medientheorie und die digitalen Medien*, Kassel (Kassel University Press) 1998, 61-88 (83)

Entzug deutet auf eine Bewegung. Auch dieser dynamische Entzug ist eine Artikulation; in einer negativen Ontologie ist hier der Dirac-Impuls ein Abgrund. Zwischen dem Zustand Null und dem Zustand Eins herrscht eine mithin ultrakurzzeitige Relation; das rein differentielle Stellungsspiel ist ein differentiales, also verzeitlichendes, ein Verschiebung, analog zum elektromagnetischen Verschiebungsstrom. Das Differential *ist* die Zeit der elektronischen Medien: Bewegung als Integration, will sagen: Zeit ist Zeit verschränkt mit Bewegung, zu sich selbst also dynamisch. "Der Trennungsstrich des Symbolischen kommt gleichsam dazwischen"⁷, aber nicht ontologisch, sondern operativ, also zeitlich, nahe dem mathematischen Vektor (im Sinne James Clerk Maxwells). Binäre Artikulationen sind Schritte im Kippschalter (Flipflop); der Schalter der Schaltalgebra birgt jenes "dritte Moment" (Tholen) im Medienkanal, als Mikrophysik der Un/entschlossenheit.

Einerseits erlaubt das Operieren im Diskreten, zugespitzt: im Digital-Binären, die schärfste Trennung der kleinstdenkbaren Aussage: "0" oder "1"; die kleinste unscharfe Aussage lautet demgegenüber "Null bis Eins". Der Rechner kann sich durch prinzipiell endlose Interpolation von Bits dieser Unschärfe immer nur nähern, doch das unendliche Kontinuum ist unerreichbar. Schaltungslogisch gehört das Bit der symbolischen Ordnung an; seine Implementierung in Physik aber (ob auf Papier oder ob in Flipflop-Schaltungen aus Elektronenröhren und Transistoren) praktiziert zugleich den Grenzwert an stetigem Übergang: Der Sprung von "0" zu "1" ist eine unendlich steile Flanke, nahe am (idealen) Dirac-Impuls.

Diskrete Pulse von endlicher Amplitude und gegen Null gehender Dauer laufen auf Dirac-Impulse, also auf die Delta-Funktion, hinaus, mithin ein Reales der Physik, wie es nur noch als mathematische Analysis existiert.

Das kleinste Zeitmoment des digital Realen ist also die Schaltung. Das Schalten selbst, im Unterschied zur reinen Mathematik Boolescher Logik, ist entropieanfällig, da es in realer Welt stattfinden. Computergeschichte meint seit der sequentiellen von-Neumann-Architektur eine Geschichte fortwährend schnelleren Schaltens, denn von Neumann formte "Wieners topographisches Modell einer Wahrscheinlichkeitslandschaft in ein zeitkritisches Modell um."⁸ Tatsächlich ist der Übergang von Null zu Eins ein mikrozeitlicher; eine diagrammatische Veranschaulichung dieser Operation zeigt diesen Zeitpunkt als *den* Moment und *das* Moment des Realen, nämlich gestrichelt respektive punktiert. Ein Schaltelement verbringt "nur sehr wenig vorübergehende Zeit in den dazwischen liegenden Zuständen, die das verbindende Kontinuum formen."⁹ Das

⁷ Tholen ebd., 84 f.

⁸ Claus Pias, Elektronenhirn und verbotene Zone. Zur kybernetischen Ökonomie des Digitalen, in: Jens Schröter / Alexander Böhnke (Hg.), Analog / Digital - Opposition oder Kontinuum? Zur Theorie und Geschichte einer Unterscheidung, Bielefeld (transcript) 2004, 306

⁹ John von Neumann, zitiert nach: Claus Pias (Hg.), Cybernetics - Kybernetik.

zuweilen unentschiedene Flackern zwischen zwei Zuständen - also Schwingungen, Oszillationen, das Wesen des elektromagnetischen Spektrums selbst - steht für einen Zustand des Zwischen-Realen; so unterstreicht Norbert Wiener: "Eine gewisse Zeit der Unwirklichkeit macht, wenn es genügend forciert wird, jedes Gerät digital. [...] Ich glaube es ist notwendig, die Physik digitaler Geräte zu berücksichtigen."¹⁰ Im Original: "A certain time on non-reality pushed far enough will make any device digital"¹¹ - eine winzige Erstreckung in der Zeit. Für den Informationswert ist dies zunächst nicht relevant, aber diese *quantité négligable* spielt eine Rolle, wenn Computer die Welt selbst emulieren wollen. Frank Fremont-Smith sagt es ausdrücklich: "Isn't it true of neurology today that the *Zwischen* zone is becoming more and more pertinent and that we really have to reexamine the all or noneness of the all or none?"¹² Das aristotelische *to metaxy* ("das Dazwischen") wird hier zeitkritisch aktiv.

"Fill in the gaps": Zeit-Täuschung mit Lessing

Dissimulatio artis ist die Kernfigur medientechnischer Rhetorik schlechthin. So operiert sie mit Täuschung der Wahrnehmung auf der Ebene zeitkritischer Signalverarbeitung, eher aistisch denn ästhetisch. Die Lesegeschwindigkeit geschriebener Worte ist noch reine Funktion menschlicher Signalverarbeitung: Der Poet "will die Ideen, die er in uns erwecket, so lebhaft machen, daß wir in der Geschwindigkeit die wahren sinnlichen Eindrücke ihrer Gegenstände zu empfinden glauben, und in diesem Augenblicke der Täuschung uns der Mittel, die er dazu anwendet, seiner Worte, bewußt zu sein aufhören."¹³ Technische Medien hingegen geben aktiv den Takt vor, chronopoetisch.

Das *Transitorische* (G. E. Lessings Begriff) ist der Moment, der über die Ordnung des Symbolischen in die Zeitdynamik hinausweist. Doch etwa Anderes ist der mikrotemporeale Augenblick, wenn (wie in Wieners *Kybernetik* definiert) Lücken in Zeitreihen von maschineller Interpolation ausgefüllt werden.

Während sich das zeitkritische Mensch-Maschine-Verhältnis noch in Begriffen einer wohldefinierten "kybernetischen Anthropologie" (Stefan Rieger) fassen läßt, liegt das Wesen hochtechnischer Medien jenseits vertrauter Kulturtechniken darin, daß sich ihre Signalereignisse diesseits

The Macy Conferences 1946-1953, Zürich/Berlin 2003, Bd. 1, 177

¹⁰ Norbert Wiener, zitiert nach Pias 2004: 304 f.

¹¹ Wortmeldung Norbert Wiener, im Rahmen der Diskussion "Possible Mechanism of Recall and Recognition" (Macy-Konferenz 1949), in: *Cybernetics / Kybernetik. The Macy-Conferences 1946-1953, Bd. 1: Transactions / Protokolle*, hg. v. Claus Pias, Zürich / Berlin (diaphanes) 2003, 122-159 (158)

¹² In: Pias (Hg.) 2003, 197

¹³ Lessing 1766 / 1987: Kapitel XVII, 122

aller körperbezogenen Medienphänomenologie im innertechnischen Feld (zumal dem elektromagnetischen) ereignen.

Der Nullpunkt: Nicht Zeichen, nicht Signal, sondern Impuls

Gegeben sei die folgende Definition von *Signal*: "The variation through time of any significant physical quantity occurring in a useful device or system. [...] the most apparent feature of a signal is its wave form, that is, simply the graphical depiction of the signal as a time-varying quantity."¹⁴ Demgegenüber entdeckte Leonard Euler *avant la lettre* die Deltafunktion von potentiell unendlicher Amplitude, aber einer gegen Null gehenden zeitlichen Dauer, ein "digitaler Impuls"¹⁵. Doch ist auch das unendlich Kleine nicht Nichts; Zeit vergeht, minimalst, auch im Digitalen. Diskrete Spannung im Computer ist für kurze Zeit tatsächlich eine steile Flanke, eine mathematische Formulierung für das Reale im Diskontinuierlichen schlechthin. Die symbolisch gedeuteten Zustände "Null" und "Eins" sind nach wie vor als elektro-physikalische Zustände geerdet, verweltlicht, materialisiert (Hardware); insofern gibt es am idealen Kipp-Punkt (der dem "Realen" nahekommt) immer das, was als *state of uncertainty* bezeichnet werden mag. Euler hatte in seiner Schrift *De la propagation du son* die Erkenntnis, daß dies durch keinerlei reguläre Funktion von t repräsentierbar ist. Δt (das Intervall) strebt hier gegen Null (als Limeswert). Aus der (scheinbar) kontinuierlichen Bewegung wird hier ein Moment herausgeschnitten, der nicht mehr nur ein zeitlicher Moment ist, sondern auch ein epistemisches Moment: ein Moment, der nicht transitorisch gedacht werden kann, sondern vielmehr als Funke, als "stroboskopischer Lichtblitz, der die Bewegung für einen Augenblick einfriert"¹⁶. Der Moment wird *das Momentum*, zumal im elektrischen Fernsehen: "Schon ein ebenes Bild <sc. ist> ein zweidimensionales Gebilde, das zunächst nicht durch eine eindimensionale, skalare Größe beschrieben werden kann (wie [...] der Momentanwert des Schalldruckes), sondern das ruhende Bild muß auf der Sendeseite [...] in eine Anzahl einzelner Bildpunkte zerlegt und auf der Empfangsseite wieder zusammengesetzt werden."¹⁷ Der Bildpunkt ist hier nicht im Raum, sondern wie ein akustischer "Punkt" als Reales in der Zeit. Das scheinbare TV-Bild *ist* ein *Zeitpunkt*. Die Auflösung von Bildern in sukzessive Punkte ist bereits eine Verzeitlichung des Visuellen, wie ihn Viola nicht von ungefähr vielmehr als den "Klang" der Einzeilen-Abtastung" definiert.¹⁸ Im Kathodenstrahlfernsehen ist dieser

¹⁴ Edward B. Magrab / Donald S. Blomquist, *The Measurement of Time-Varying Phenomena*, New York et al. (Wiley) 1971, 1

¹⁵ Bernhard Siegert, *Passage des Digitalen. Zeichenpraktiken der neuzeitlichen Wissenschaften 1500-1900*, Berlin (Brinkmann & Bose) 2003, 219

¹⁶ Siegert 2003: 220, unter Anspielung auf Lessing 1766

¹⁷ Karl Steinbuch, *Die informierte Gesellschaft. Geschichte und Zukunft der Nachrichtentechnik*, Reinbek b. Hamburg (Rowohlt) 1968, 127

¹⁸ Bill Viola, *Der Klang der Ein-Zeilen-Abtastung*, in: *Theaterschrift 4: The Inner*

buchstäblich springende (Zeit)Punkt alltägliche Realität von Massenmedien geworden. Der "Punkt" (Lichtfleck) des Kathodenstrahles auf der Mattscheibe des Fernsehers darf sich den menschlichen optischen Sinnen gegenüber gerade nicht mehr als solcher zu erkennen geben, damit der Bildeffekt zustandekommt - also eine Dissimulation des Zeitpunktes, der damit als Reales (als immer-schon-Entzogenes) aus dem Verborgenen operiert und nur als Funktion erkennbar wird. Marshall McLuhans Interesse an der Kathodenstrahlröhre war genau deren zeitkritisches We(i)sen, ihr zeitkritisches "Es".¹⁹ Der Kathodentrahl zeitigt Lichtimpulse; der Impulsbegriff repräsentiert den Elektromagnetismus des Realen - ein Bild aus infinitesimal gestauchten Zeitmomenten. Thomas Mann entdeckt diesen Vorgang in der Natur selbst: "Die Zeit, die nicht von der Art der Bahnhofsuhren ist, deren großer Zeiger ruckweise, von fünf zu fünf Minuten fällt, sondern eher von der jener ganz kleinen Uhren, deren Zeigerbewegung überhaupt untersichtig bleibt, oder wie das Gras, das kein Auge wachsen sieht, ob es gleich heimlich wächst, was denn auch eines Tages nicht mehr zu verkennen ist; die Zeit, eine Linie, die sich aus lauter ausdehnungslosen Punkten zusammensetzt."²⁰

Dem zur Seite steht im akustisch Realen der Knall, der abrupte Moment, und in der Mathematik die Plötzlichkeit willkürlicher Funktionen: "Erscheinungen, zu deren Wesen wir es nach unseren Begriffen rechnen" - und die jetzt tatsächlich computierbar sind -, "daß sie plötzlich ausbrechen und plötzlich verschwinden, daß sie das, was sie sind, nur einen Augenblick sein können."²¹ Der völlig abrupte Impuls aber ist eine Idealisierung, welche diskrete Rechnung nur approximieren kann. Eine Sonifizierung der kleinsten Schaltmomente im Computer heißt "one bit at a time". Immerhin kam die Akustik der Neuzeit (anders als der musikalische Harmoniebegriff am Monochord) durch die Analyse der Schall-Laufzeiten von Kanonenschüssen auf ihren Begriff. Am Oszilloskop wird es sichtbar: Aus dem Nichts der x-Achse (des linearen Zeitverlaufs) taucht dramatisch und plötzlich (*en arché*) eine steile Flanke auf, die dann sichtbar in gedämpften Sinuswellen verklingt - ein Mikroereignis, eine zeitliche Erscheinung, das Phantom des Realen.

Eine signaltechnische Nullzeit

Im physikalischen Kalkül tritt "Zeit" als reeller Parameter auf, für den indes lediglich gilt, "daß es *verschiedene* Zeitpunkte gibt, die sich mit Hilfe des Zahlenkontinuums unterscheiden lassen"²² - also auf der Achse

Side of Silence, Brüssel (September 1993), 16-54

¹⁹ Marshall McLuhan, Die magischen Kanäle. "Understanding Media", Düsseldorf / Wien (Econ) 1968, 174f

²⁰ Thomas Mann, Der Zauberberg. Roman, hier zitiert nach der Ausgabe Berlin (Aufbau) 1953, 1007

²¹ Lessing 1766/1987: Kapitel III, 23

²² Peter Bieri, Zeit und Zeiterfahrung. Exposition eines Problembereichs,

reeller Zahlen. Doch sind solche Zeitpunkte nicht die kleinste Einheit, die *stoicheia* eines Mediums Zeit (wie Null und Eins für Pythagoras überhaupt keine Zahlen waren). "Die Dimension von `Zeitpunkten´ ist allenfalls ein idealisiertes Gegenstück zu metrisch-zeitlichen Verhältnissen zwischen Ereignissen."²³

Entscheidend ist "the use of the real number continuum as a basis for coordinatizing time"²⁴ mit diskreten Mitteln. Newton proklamierte ein "Tempus Absolutum, verum, et mathematicum"²⁵; Peter Janich aber differenziert hier Physik und Mathematik aus, insofern "physikalische Theorien im Unterschied zu mathematischen es nicht nur mit selbsterzeugten Symbolen zu tun haben, sondern mit der Natur, der Wirklichkeit, oder wie immer man für Vorfindliches, nicht bloß sprachlich oder gedanklich Erzeugtes sagen möchte"²⁶. Es ist das epistemologisch Bestechende an technologischen Medien, daß in ihnen genau diese Dichotomie aufgehoben (respektive fortwährend aufgeschoben) ist. Als materielle Verkörperung technomathematischer und computerlogischer Vernunft, als artefaktische Implementierung sind sie in der physikalischen Welt (und damit auch in der Zeit). Der Dingvollzug ist Funktion kulturellen Wissens - in den Grenzen, aber auch in den damit verbundenen unerwarteten Entbergungen der Physik. Die klingende Saite des Monochords ist ein mechanisches Zeitgeschehen; die pythagoreische Mathematik der Harmonien demgegenüber einerseits der Erklärungsmodell harmonischer Erscheinungen, dem das Gerät aber andererseits *mit der Zeit* (nämlich bei fortschreitender Intervallteilung) sein Veto entgegenschleudert - das sogenannte pythagoreische Komma. Daraus resultiert die medienarchäologische Konsequenz bei der Erforschung des Verhaltens solcher technischer Dinge, etwa *reverse engineering* als "the process of extracting the knowledge or design blueprints from anything man-made." Der Unterschied zur konventionellen naturwissenschaftlichen Forschung liegt darin "that with reverse engineering the artifact being investigated is man-made, unlike scientific research where is a natural phenomenon" wie das Atom, Quanteneffekte, oder "the human mind".²⁷ Gerade letzterer aber *verzeitdinglicht* sich in Technologien.

Rechnend in der Welt / in der Zeit sein

Frankfurt / M. (Suhrkamp) 1972, 122

²³ Ebd., Anm. 3

²⁴ xxx Grünbaum, *Philosophical Problems of Space and Time*, New York 1963, 260

²⁵ Isaac Newton, *Philosophiae naturalis principia mathematica*, London 1687, Definitiones, Scholium I

²⁶ Peter Janich, *Die Protophysik der Zeit*, Mannheim 1969, 37

²⁷ Eldad Eilam, *Reversing. Secrets of Reverse Engineering*, Indianapolis, Indiana (Wiley) 2005, 3

Der Digitalcomputer ist mehr als bloß eine "symbolische Maschine" (Krämer); vielmehr überschreitet das Operativwerden von Mathematik sie als Implementierung in real existierender Hardware hin auf *das Zeitreal*. Hier, nicht in einem objekthaften Außenbezug liegt die Realität digitaler Medien. Datenverarbeitung, von Maschinen geschaltet, ist "im Reellen [...]." ²⁸ Zeichensymbole werden durch Signalverarbeitung ersetzt; damit überschreiten die "konjekturalen Wissenschaften" (Lacan) Mathematik und Informatik den bislang dominierenden Kulturraum der Codes.

Die Frage nach dem Status des Realen stellt sich in den digitalen Medien ²⁹ unter dem Aspekt seiner Zeitweise(n). Die chrono-ontologische Dichotomie kontinuierlicher *versus* diskreter Zeit ist eine Funktion ihrer mathematischen Zählung. Analogtechnik leistet die Verarbeitung reellwertiger zeitkontinuierliche Signale (besonders Kreisfunktionen: Co/Sinus, Fourieranalyse, Harmonische Analyse, Spektralanalyse) und ist auf entsprechende Systeme zu deren Verarbeitung konzentriert, technologisch realisiert mit analogen Bausteinen (Widerstände, Spulen, Kondensatoren und Operationsverstärker). Dem gegenüber steht die buchstäbliche Umschaltung der Signalverarbeitung und der Informationstechnik auf zeitdiskrete Signale und deren Verarbeitung durch digitale Systeme (endliche Automaten, Schaltwerke). Hier können Signale in weitgehend endlicher Weise mittels des Systems der Natürlichen Zahlen beschrieben werden. ³⁰

Angeregt von Lacans Begriff des Realen ³¹ läßt sich (in medientheoretischer Analogie) das zeitkritisch Reelle im Rechnenden Raum beschreiben. Das Unbewußte, mit Lacan, ist ein Symbolisches, das im Realen buchstäblich korpsifiziert ist (als Materialisierung in einem Körper) und ein Imaginäres produziert - hier vergleichbar mit der tatsächlichen Implementierung der Turing-Maschine (eine symbolische Maschine) in der realen Welt (der Hardware) als Computer (von Neumann-Architektur), und in-der-Welt-seiend auch in der Zeit. Im Computer wirken kleinste Zeitmomente des Realen - binäre, also

²⁸ Friedrich Kittler, Die Welt des Symbolischen - eine Welt der Maschine, in: ders., Draculas Vermächtnis. Technische Schriften, Leipzig (Reclam) 1991, 58-80 (61)

²⁹ In Anlehnung an das thematische Exposé der Tagung *Welcher Status bleibt dem „Realen“ in den digitalen Medien?*, 15.- 16. Juni 2007, Keio-University, Tokyo

³⁰ Siehe Franz Pichler, Walsh-Funktionen: Digitale Alternative der Kreisfunktionen [Deutsche Fassung eines Vortrages auf Einladung der Akademie der Wissenschaften der Kanarischen Inseln an der Universität von Las Palmas, 12. Dezember 2000], Österreichische Studiengesellschaft für Kybernetik, Berichte (R. Trappl, W. Horn, Editors)

³¹ Siehe vor allem: Jacques Lacan, Psychoanalyse und Kybernetik oder von der Natur der Sprache, in: ders.: Das Ich in der Theorie Freuds und in der Psychoanalyse, Olten 1980, 373-390

zeitkritische Signale, gerechnet in ultrakurzen Flanken, als die Faktizität der Zeit.

Turing-Maschinen und die von-Neumann-Architektur der vertrauten Computer sind die Verschränkung von strikter Zustandsmaschinen (Computer ist immer in einem jeweiligen Zustand) und operativem Vollzug - das Wesensmerkmal technischer Medien (im Unterschied zu bloßen Gegenständen) liegt darin.

Die Ordnung, welche die Welt der digitalen Medien gleichsam "im Innersten zusammenhält", heißt Algorithmen. Damit aber ist etwas Prozeßhaftes, Operatives gemeint - nicht schlicht die mathematische Anweisung, sondern erst ihr Vollzug erzeugt eine virtuelle Welt im Computer.

Das Reale wird durch den progressiven Einsatz technomathematischer Medien binär zerlegt, d. h. ins Symbolische transformiert - und damit zugleich auch simulierbar. Beispielhaft dafür steht der Begriff von *physics engines* im Computerspieldesign; das In-der-Welt-Sein manifestiert sich hier als diskrete Simulation.

Zufälle kann der Computer nicht rechnen, da er eine symbolische Maschine bleibt, intransitiv zum realen seiner eigenen Physik. Also geht Informatik den Umweg, mit künstlichen Pseudo-Zufallszahlen zu operieren. Simon Stevins entdeckt zwischen Null und Eins eine infinite Zahl von Werten/Punkten: die reelle Zahlen.

Mathematik, rechentechnisch in der physikalischen Welt (also in die Zeit) implementiert als operativer Computer, wird selbst handlungsmächtig. Den rechnenden Medien gelingt die Anteilnahme an Realität durch eine Verschiebung von *real* zu *reell*. Rechnende Medien operieren mit reellen Zahlen. "Im Unterschied zur numerischen Behandlung mathematischer Sachverhalte manipuliert Computeralgebra [...] Zeichen und Symbole. Eine ganz natürliche Sache, da Computer zu allem eher / geeignet sind als zum Rechnen mit reellen Zahlen, denn eine beliebige reelle Zahl ist [...] ein außerordentlich kompliziertes Gebilde, wohingegen ein Symbol, etwa der Buchstabe π , ein sehr einfach strukturiertes Objekt ist."³²

Die Differentialrechnung

Die mathematische *Ableitung* des Weges eines Elektronenstrahls als Bildschirmzeile nach der Zeit ist ihr Differentialquotient: seine Geschwindigkeit für einen Moment, "der eigentlich keine Ausdehnung in

³² Bruno Fuchssteiner, hier zitiert nach: Helmut Neunzert, Mathematik und Computersimulation. Modelle, Algorithmen, Bilder, in: Braitenberg / Hosp (Hg.) 1995: 44-55 (50 f.)

Zeit und Weg hat [...] Mathematiker aber können sozusagen für ein Standfoto des fallenden Steins die momentane Geschwindigkeit des fotografierten Steins exakt bestimmen"³³ - implizit Bersons Kritik der Chronophographie. Was derart mathematisch bestimmbar ist, wird computerrchenbar. Ein Zeitreal: "Der Moment hat keine zeitliche Ausdehnung, ist aber doch mehr als nur ein Zeitpunkt, sonst könnten wir diesem Moment keine Geschwindigkeit zuordnen" (ebd.). Seit Leibniz' tangentialer Infinitesimalrechnung (Differenzieren, Integrieren) nähert sich die rechnende Welt dem Realen in approximativen Modellen, durch Symboloperationen. "Das neue Bild legt nicht mehr durch die augenblickliche Einschreibung des Lichtes Zeugnis vom Realen ab und es reflektiert es auch nicht, sondern es bezeugt eine Interpretation dieses Realen, die mit der Sprache ausgearbeitet und von ihr gefiltert ist"³⁴ - nämlich die Algorithmen von Programmiersprachen. Der Moment des Wandlung analoger Signale zu numerischen Werten bricht mit dem indexikalischen Weltbezug und ersetzt ihn durch durch ihr radikal mathematisches, unsinnliches *mapping*.

Anschaulich entspricht die Menge der reellen Zahlen der Menge aller Moment der Zeitlinie. Die reellen Zahlen sind diesen Punkten eineindeutig zugeordnet, sind aber dem zeitdiskreten Digitalcomputer prinzipiell nicht zugänglich. "Diskret" bedeutet Zahlenwerte, die durch endliche Intervalle voneinander getrennt stehen und, in einzelne Punkte zerfallend, abzählbar sind.³⁵ Das Reelle (Signale) und das Diskrete (Numerische) schließen sich letztendlich aus, und die Konvergenz ist nur aufschiebbar: "Messungen einer reellen Größe liefern (diskrete) Werte, die mit einem Fehler behaftet sind."³⁶

In Form tätiger elektromagnetischer Relais oder elektronischer Flip-Flops weist technisch implementierte Mathematik über die symbolischer Ordnung "operativer Schriften" auf Papier (Sybille Krämer) im technodiagrammatischen *Vollzug* hinaus. Arithmetische Operationen mit ganzen Zahlen liefern in mechanischen Sinne korrekte Resultate, anders das Rechnen mit *reellen* Zahlen, wo jedes noch so kleine Intervall der reellen Zahlenachse unendlich viele Werte enthält. Reelle Zahlen (wie "Pi") bilden ein Kontinuum. Der Wertebereich *real* stellt demgegenüber eine endliche Menge von Repräsentationen von Intervallen des Kontinuums dar, welches dadurch diskretisiert wird. Wird nicht mehr in der Zahl x ,

³³ Heinz Partoll / Irmgard Wagner, *Mathe macchiato Analysis*, München (Pearson) 2005, 26

³⁴ Couchot a. a. O.

³⁵ Claudia Giannetti, *Ästhetik des Digitalen. Ein intermediärer Beitrag zu Wissenschaft, Medien- und Kunstsystemen*, Wien / New York (Springer) 2004, 24

³⁶ Jörg Pflüger, *Wo die Quantität und Qualität umschlägt. Notizen zum Verhältnis von Analogem und Digitalem*, in: Martin Warnke / Wolfgang Coy / G. C. Tholen (Hg.), *Hyperkult II. Zur Ortsbestimmung analoger und digitaler Medien*, Bielefeld 2005, 27-94 (45)

sondern mit dem Repräsentanten x des Intervalls, in dem sich x befindet, gerechnet, handelt es sich um eine Abstraktion von der konkreten Zahl - Cantors Lösung der Mengenlehre. Die Approximation tritt damit in der numerischen Rechnung, also in Prozessen, die Daten vom Typ *real* verarbeiten, an die Stelle der Exaktheit, ist aber in jedem Moment adressierbar.

"Die 'berechenbaren' Zahlen" - aus denen sich am Ende die Verwendung des Begriffs Computer ableitet - seien, so Turing 1937, "beschreibbar als diejenigen reellen Zahlen, deren Dezimalausdrücke mit endlichen Mitteln errechnet werden können" - ein ausdrücklich temporal-finites Kriterium.

"Obwohl die Klasse der berechenbaren Zahlen [...] in vielen Hinsichten der Klasse der reellen Zahlen ähnlich ist, ist sie gleichwohl abzählbar."³⁷ Was abzählbar ist, faßt der Computer zeitdiskret. Dirichlets Funktion oszilliert unendlich dicht und endlich oft zwischen zwei Werten, als das Kontinuierliche im Diskreten.

An die Stelle symbolischer Ordnungen, etwa der Buchstaben im Schriftregime, rückten in "analogen" Medien physikalische Signale, etwa magnetische Spuren auf Magnettonband, *zeitreell*. "Daß [...] das Medium des Reellen in analogen Speichern zu suchen ist, zeigt jede Schallplatte. Was in ihre Rillen geritzt ist, kann unabzählbar viele verschiedene Zahlenwerte annehmen, aber es bleibt Funktion einer einzigen reellen Variablen, der Zeit."³⁸

So operiert der Analogrechner mit Signalspannungen im reellen Wertebereich, aber unscharf im Detail. Analogrechnen ist Messen. "Obwohl mit zunehmender Messdauer und Messaufwand die Messgenauigkeit einer statischen Größe f erhöht werden kann, ist eine exakte Messung einer reellwertigen Größe prinzipiell ausgeschlossen, da eine reelle Zahl einen unendlichen Informationsgehalt hat. Der Messwert f_0 ist also immer eine Näherung des physikalischen Wertes f ."³⁹

Die klassische Vorstellung des Kontinuierlichen ist an die Vorstellung gebunden, daß stetig der Wertebereich reeller Variablen durchlaufen wird

³⁷ Alan Turing, On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem, in: Proceedings of the London Mathematical Society (2) 42 (1937), übers. in: Kittler / Dotzler (Hg.), Alan Turing. Intelligence Service, Berlin (Brinkmann & Bose) 1987, 17-60 (19)

³⁸ Friedrich Kittler, Die Welt des Symbolischen - eine Welt der Maschine, in: ders., Draculas Vermächtnis. Technische Schriften, Leipzig (Reclam) 1991, 58-80 (68), unter Bezug auf: Jacques Lacan, Schriften, hg. v. Norbert Haas, Olten-Freiburg/Br., Bd. I, 24.

³⁹ R. Vahldieck / Ch. Hafner, Skript zur Vorlesung "Elektrotechnik" (Abteilung IIC) der ETH Zürich, Institut für Feldtheorie und Höchstfrequenztechnik; <http://e-collection.ethbib.ethz.ch/eserv/eth:24638/eth-24638-01.pdf>, Zugriff 16. März 2010

(die physikalische "analoge" Messung); diese Episteme wird durch ein *operativ* Digitales ersetzt, das seitdem diese scheinbar kontinuierlichen Prozesse selbst emuliert. In Computern macht die prinzipielle Begrenztheit von Registern und Speicherplätzen aus dem überabzählbaren Kontinuum der reellen Zahlen Endlichkeiten, die diskret und daher maschinell rechenbar sind - die prinzipielle Grenze des Computers gegenüber der *Welt*.

Fehlt die Zeit? Mathematische Analysis als Königsweg zum Realen (Fourier, Gabor)

Die Fourieranalyse gehört zum Gebiet der mathematischen Analysis, wie sie überhaupt erst in der Neuzeit (mit Leibniz' und Newtons Differentialrechnung) entwickelt wurde und für den Begriff von Technomathematik grundlegend (*archéologisch*) ist. Denn was sich mit ihr einmal mathematisch analysieren läßt, ist in der Umkehrung (Synthese) computertechnisch (re-)produzierbar.

Fourier zufolge läßt sich für stetige, von der Zeit t reell abhängige Funktionen bzw. Vorgänge $f(t)$, die sich nach einer Zeit T wiederholen, f aus periodischen, harmonischen Schwingungen (Sinus- oder Kosinusfunktionen verschiedener Phase und Amplitude) genau definierter Frequenz in ganzzahligen Verhältnissen zusammensetzen. Durch diese analytische Konvertierung von Welt in Mathematik werden Zeitsignale berechenbar. Mathematische Analysis ist verbunden mit dem Anspruch einer allumfassenden Mathematisierbarkeit von sinnlich oder meßtechnisch erfahrbarer Welt, dynamische Kräfte oder Temperaturen (Fouriers eigentliches Thema). "Die Analysis kann sogar Erscheinungen beschreiben, die [...] extrem flüchtig sind"⁴⁰ - bis hin zur elektromagnetischen Induktion. Dem Realen wird so mit prinzipiell mechanischen Mitteln des Reellen beigegeben: reelle Zahlen, also auch π und die Eulersche Zahl "e", zur Berechnung von Winkelfunktionen für schwingende Prozesse. "Alle diese Erscheinungen macht die Analysis erfaßbar und meßbar" <Fourier ebd.> - und damit computerrechenbar. Die Fourier-Transformation übersetzt selbst irreguläre Signale "in eine Form, die uns zugänglich ist"⁴¹ - nämlich rechenbar. Ein zeitlich (etwa Klang) oder räumlich (etwa Bild) veränderliches Signal wird in eine neue Funktion überführt, die Fourier-Transformierte des Signals, welche angibt, mit welchem Gewicht der (Ko-)Sinus mit der jeweiligen Frequenz im Signal enthalten ist. Das mathematische Modell (die Frage ist, inwieweit es einer Wirklichkeit entspricht) macht periodische Signale rechenbar.

⁴⁰ Joseph Fourier, *Analytische Theorie der Wärme*, zitiert hier nach: Barbara Burke Hubbard, *Wavelets. Die Mathematik der kleinen Wellen*, Basel / Boston / Berlin (Birkhäuser) 1997, 32

⁴¹ Hubbard 1997: 33

"Auch ein Klavier vermag [...] eine Fourier-Analyse durchzuführen: Ertönt bei getretenem Pedal in seiner Umgebung ein lautes Geräusch, beginnen je nach den darin enthaltenen Frequenzen bestimmte Saiten zu schwingen" (ebd.) - das resonierende Klavier als Analogcomputer, wie auch das Ohr (nach von Helmholtz) mit seiner Basilarmembran ein solcher ist.⁴²

"Computer theorists often refer to idealized analog computers as [real computers](#) (because they operate on the set of real numbers). Digital computers, by contrast, must first quantize the signal into a finite number of values, and so can only work with the rational number set (or, with an approximation of irrational numbers). These idealized analog computers may in theory solve problems that are intractable on digital computers; however [...] in reality, analog computers are far from attaining this ideal, largely because of noise minimization problems. Given unlimited time and memory, the (ideal) digital computer may also solve real number problems."⁴³

Signalwandlung aber ist etwas Anders als der Status einer Simulation, wie ihn Szenarien wie Daniel F. Galoyes *Welt am Draht* respektive Filme wie *The Matrix* der Wachowsky-Schwestern entwerfen. Realität verschwindet damit nicht, sondern wird vielmehr auf eine andere Ebene verschoben, neu konfiguriert - in diesem Falle auf die Wirklichkeit von Rechnern.⁴⁴

Der Sprung von der reinen Physik zur applizierten Medienwelt findet mit der Beherrschung elektromagnetischer Wellen statt, als Frequenzanalyse mit ihren Anwendungen etwa in der Senderselektion am Radio - eine Art alltägliche Analogcomputierung.

Da sich selbst gewisse nichtperiodische Funktionen - abrupt abfallende - mit Fourier zerlegen lassen, wird damit das Reale dem Digitalen symbolisch zugänglich - um den Preis einer Wesensverwandlung.

In-der-Welt-Sein heißt in-der-Zeit-sein, wobei Zeit nicht auf Temporalität im Sinne der tickenden Uhrzeit, der chronologischen Zeit reduziert ist, sondern eine dynamische Verschränkung von Momentum und Impuls meint. Sofern ein solcher Schwingungsvorgang von begrenzter Dauer ist, läßt er sich stets durch eine endliche Zahl von reellen oder komplexen Amplitudenwerten "völlig eindeutig darstellen"⁴⁵ - ein neuer Begriff von

⁴² Hermann von Helmholtz, Die Lehre von den Tonempfindungen xxx, Braunschweig (Vieweg) 1863

⁴³ http://en.wikipedia.org/wiki/Analog_computer; Abruf Mai 2007

⁴⁴ Siehe Valentin Braitenberg, Ein Wort geht um im neuen Gewand: Simulation, in: ders. / Inga Hosp (Hg.), Simulation. Computer zwischen Experiment und Theorie, Reinbek bei Hamburg (Rowohlt) 1995, 7-9 (8)

⁴⁵ Werner Meyer-Eppler, Elektronische Musik, in: F. Winckel (Hg.) 1955, 133-158 (150)

(high) fidelity, von "Treue", geboren aus der Medienästhetik selbst, insofern sie eine techno-mathematische ist. Bezeichnet B die spektrale Breite des akustischen Ereignisses und T seine Dauer, bedarf es höchstens $n = 2BT$ reelle Amplitudenwerte ("Informationsquanten" oder "Logonen") zu seiner adäquaten Erfassung (im Sinne der sinnesanthropologischen Beschränkung).

Doch die detaillierte Frequenzanalyse akustischer Vorgänge ist nicht hinreichend zur Erklärung eines Phänomens namens Klang; erst die operative Mathematik der *wavelets* kommt heute im Computer dem nahe, was das menschliche Gehör längst leistet: akustische Signale zugleich als Zeitfunktion und als Frequenzspektrum zu integrieren.⁴⁶ Die Gaborischen "akustischen Quanten" als deren Grundlage bestehen je aus einer "gaußisch berandeten Sinus- oder Kosinusschwingung". Akustische Elementarteilchen verschiedener effektiver Dauer Δt lassen sich entweder mathematisch "in reeller Schreibweise" darstellen, oder in graphischer Form.⁴⁷

Vier Parameter kennzeichnen ein Gaborisches Klangatom: die zeitliche Lage t_0 , die frequenzmäßige Lage ν_0 , das Zeitintervall Δt (die "effektive Dauer") und die komplexe Amplitude c . So werden physikalische Ereignisse (akustische Signale), zu einer Matrix angeordnet, als "Informationszellen" rechenbar.⁴⁸ Im sonischen Sinne steht damit die Endlichkeit (Zeitlichkeit) des Klangs nicht mehr außerhalb ihrer mathematischen Analyse.

Das Zeitreal im Akustischen

Erst mit dem *run*-Befehl, also der tatsächlichen Ausführung einer algorithmischen Anweisung im symbolischen Code der Maschine, teilt der Computer mit der Welt die Zeit und teilt der Welt Zeit mit. Seitdem hochleistungsfähige Datenverarbeitung zeitkritische Momente (nach-)vollzieht, erobert er die Momente des Zeitrealen.

Das schwingend-Akustische (im physikalisch Realen, im "Analogen" der Welt, wie es der Phonograph nachzeichnet als buchstäbliche Spur, als *groove*), faßt der Computer in gesampelten Datenstrings: also symbolisch. Mit dem Hex-Editor angeschaut, erweisen sich Soundfiles in Rechnern (.wav-Dateien oder .aiff-Dateien) als Zeichenketten im Hexadezimalcode vom Typus AC 00 00 10 B1 [...] 00 00 00 00 00.

Akustische Realität werden solche Datenreihen erst im an akustische

⁴⁶ Dazu Julia Kursell / Armin Schäfer, Klangwolken, in: Archiv für Mediengeschichte, Themenheft *Wolken* (2005), 167-180

⁴⁷ Abb.: Meyer-Eppler 1955: 150, Gleichung 17a, ebd. 151: Abb. 10

⁴⁸ Ebd., 151, Abb. 11: Kompositions-Matrix

digital-zu-analog-Wandler gekoppelten Vollzug des Prozessors.

In Hex-Werten (die indes ihrerseits selbstredend als elektrophysikalische Ladungen vorliegen und als Spannungen anliegen) kehrt jene Suprematie des phonetischen Alphabets, wie es einmal ausgerechnet zur symbolischen Analyse und Speicherung von Sprache und Klang entwickelt wurde⁴⁹, zurück, die mit dem Phonographen zunächst erledigt schien - doch markanterweise als alphanumerischer, nicht mehr phonetischer Code. Verbunden mit diesem neuen, radikal symbolischen Alphabetismus, der sich vom logozentristischen Primat menschlicher Sprache vollständig emanzipiert hat, ist eine stochastische Ästhetik, ein wirklich mathematischer Begriff der *stoicheia*, realisiert in digitalen Klangmanipulationsverfahren vom Typus Microsound und Granularsynthese: "To *granulate* means to segment a sound signal into tiny grains. [...] The sound may be further modified after this segmentation. The granulation algorithm then reassembles the grains in a new time order and microrhythm."⁵⁰ Obgleich hier im strikten Programmiersinn immer noch diskrete Symbole am Werk sind, drückt das Granularkonzept doch einen anderen Begriff der kleinsten Elemente aus: nicht Punkte, sondern kleinste Zeitpunkte, ein mikrotemporales Alphabet, chronostochastisch.

Aristoteles schreibt über fallende Hirsekörner, daß sie kaum einzeln, aber als Schar akustisch wahrgenommen werden können (Rauschen); Leibniz meinte in den am Strand sich brechenden Meereswellen die Natur sich rechnen zu hören (*natura calculans*) - im Kieselfeld, buchstäblich. "Was sich in Siliziumchips, die ja aus demselben Element wie jeder Kieselstein am Wegrand bestehen, rechnet und abbildet, sind symbolische Strukturen als Verzifferungen des Reellen."⁵¹ Doch in seinem Willen zu kontinuierlichen, nicht-sprunghaften Naturprozessen übersieht Leibniz (der doch die Falte thematisiert hat), daß eine Welle, sobald sich bricht, sich selbst vorausseilt, also un stetig in einen anderen zeitlichen Zustand kippt. Während Leibniz also an der Welle die Natur sich selbst rechnen zu hören glaubte, rechnet sich dort unter der Hand eine andere, emergierende Mathematik (um im Bild der Welle zu bleiben): "Ausgerechnet die Brandung, die Leibniz ins Ohr gesungen hat, daß die `sinnlichen Ideen´ aus unendlich vielen aktual infinitesimal kleinen Einzelschwingungen zusammengesetzt sind, ist nun dabei, sein Kontinuitätsproblem zu verletzen. Die Leibnizschen Ontologie des Infinitesimalen überholt sich selbst."⁵²

Verlautbarungen gegen die Zeit: technische Stimmen

⁴⁹ Barry Powell, *Homer and the Origin of Writing*, xxx

⁵⁰ Curtis Roads, *Microsound*, Cambridge, Mass. 2004 (*2001), 187 ff.

⁵¹ Friedrich Kittler, *Optische Medien*. Berliner Vorlesung 1999, Berlin (Merve) 2002, 320

⁵² Siegert 2003: 235

Sogenannte "analoge" technische Medien wie Phonograph und Chronophotographie vermögen - anders als der Diskurs der *revenants*, Geister, "Wiedergänger" - das Reale der Akustik (Stimme) und des Lebens (Bewegungsmomente) aufzuzeichnen und "wieder"zugeben. Im Roman *L'Éve future* von Villier d'Isle-Adam ertönt aus dem Garten von Edisons Labor in Menlo Park die Stimme einer Nachtigall, die tatsächlich schon tot ist, phonographisch (und telephonisch aus der Ferne übertragen).

Ein kultureller Choque ist damit einem signaltechnischen Aufzeichnungsmedium entsprungen: Gegenwärtige Ohren können dem Realen der Stimme von Toten lauschen. Eine techno-traumatische Ur-Szene stellt Barrauds Gemälde mit dem Hund Nipper dar, aus dem Grammophontrichter His Master's Voice lauschend, das zum Markenzeichen der Grammophone-Gesellschaft (HMV) geworden ist. Eine fundamentale Irritation der Kognition: Asthetisch wird die Präsenz eines Menschen (verkörpert durch seine Stimme) erfahren, "historisch" gewußt aber wird die Vergangenheit, gar der Tod desselben. Hier findet auf der Ebene der Zeitachsenverschiebung (also hinsichtlich des zeitlichen Kanals) statt, was Maurice Blanchot für das Motiv des Sirenenengesangs bei Homer diagnostiziert: Es klingt wie das Vollendeteste am menschlichen Gesang, und doch weiß Odysseus um deren Monstrosität, also Technizität.

Phonograph und Grammophon machten die menschliche Stimme erstmals nicht mehr nur im Symbolischen (Vokalalphabet), sondern im Realen schreibbar - das Indexikalische der analogen Medien. Demgegenüber operieren digitale Medien im Reellen, d. h. im Reich der *quasi*-kontinuierlichen Zahlen, mit denen (für menschliche Sinne) der Eindruck des Realen (der Stimme etwa) selbst simuliert werden kann, in purer Rechnung (Sampling-Theorem).

Die *temporale Indexikalität* (Thomas Levin) von Ton- und Lichtspeicherung ist eine, die sich auf der Ebene realer Signalverarbeitung der symbolischen Zeit (der Raum des "Historischen") entzieht; was kulturelle Semantik war, rutscht hier auf die medienoperative Ebene. Das haben "analoge" Medien den vormaligen Kulturechniken (Buchdruck, Texte, Alphabet) voraus, die indes im Digitalcomputer wiedereinkehren, der durch Digitale Signalverarbeitung das Analoge selbst zu emulieren vermag.

Die menschliche Stimme, welche logozentrisch (auch noch in der Epoche des Vokalalphabets) die längste Zeit für den Eindruck unmittelbarer Präsenz stand, führt seit der Möglichkeit ihrer Aufzeichnung im Realen zur Verunsicherung. In seiner Oper *Die Nibelungen* heißt es bei Wagner im Moment der Tötung Siegfrieds durch Hagen durch den Chor einmal "Hagen, was tust Du", und wenig später - nach Vollzug des Mords

"Hagen, was tatest Du". Eine leichte Lautverschiebung u/a und der Einschub des "t" (als sei der Parameter Zeitachse gemeint) indiziert hier, im realen Vergehen eines kurzen Zeitintervalls, den Unterschied zwischen Gegenwart und Vergangenheit. Beides aber ist gleich aufgehoben im Speichermedium, wenn es von Schallplatte oder Tonband gespielt wird. In High Fidelity-Qualität fällt die menschenseitige Unterscheidbarkeit des Hörens einer *live*-Übertragung und einer Aufzeichnung fort. Übertragung einerseits (Radio) und Aufzeichnung andererseits (Tonband) sind nur noch zwei Extreme ein und desgleichen Gefüges: das elektromagnetische Feld.

Mittels Magnetresonanz-Prospektion war die archäologische Expedition Universität Tübingen vor Troja auf der Suche nach der vermuteten "Unterstadt". Der Boden speichert über Jahrtausende Elektromagnetismus wie ein Tonband: Zeitstauchung im elektromagnetischen Feld. Dessen inhärente *différance* (von Maxwells Gleichungen präziser gefaßt als von Derridas Neographismus) wird zum differentialen Raum im *re-play*; temporale Indifferenz (die Aufhebung der Zeitdifferenz Vergangenheit / Gegenwart, *live*-Sendung / "live on tape") gehört zum Wesen technischer Medien.

Der Ontologie der menschlichen Stimme eignet, daß sie im Moment des Aussprechens schon entropisch verklingt, ein Dasein-zum-Tode im Sinne Heideggers. Stimme und Klang als periodische Schallereignisse aber "verstoßen gegen die Konventionen der Diachronie."⁵³ Ein erklärter Gegner der Sprechmaschine Wolfgang von Kempelens schreibt: "Wenn die Töne sprechen können wir nicht unterscheiden, ob sie unsere Vergangenheit oder unsere Zukunft aussprechen. Wir hören ferne Tage, weggegangene und herkommende [...]. Denn kein Ton hat Gegenwart und stehet und ist; sein Stehen ist nur ein bloßes Umrinnen im Kreise, nur das Wogen einer Woge."⁵⁴

Wenn eine sich ändernde Größe wie der Schalldruck in Frequenzen dargestellt wird, so ist dies im Prinzip einer Zeitdarstellung gleichberechtigt. Beide können zumindest theoretisch vollständige Darstellungen der Realität sein, wenn die Zeitpunkte oder die Frequenzen kontinuierlich gedacht werden - "kein Problem für den Mathematiker"⁵⁵, und damit auch computerrechenbar.

"Wird die Frequenzdarstellung gewählt, so gibt es im Bereich dieser Darstellung keine Zeit mehr. Die Vorstellungen von vorher und nachher

⁵³ Daniel Gethmann, *Die Übertragung der Stimme. Vor- und Frühgeschichte des Sprechens im Radio*, Zürich / Berlin (diaphanes) 2006: 23

⁵⁴ Jean Paul, *Nachtflor und Spätlinge des Taschenbuchs*, in: *Jean Paul's Werke*, Bd. 48, Berlin 1820/1901, 185-194 (193)

⁵⁵ Heinz Stolze (Institut für Stimme und Kommunikation, Bremen), Eintrag "Frequenz", in: <http://www.forum-stimme.de/pages.1/frequenz.htm#Anchor-Zur-49745>; Zugriff 8. Juni 2007

sind nicht anwendbar. Somit wird auch die gewohnte kausale Interpretation der Realität in Form von Ereignisketten hinfällig. Die Zeit ist also zur Darstellung eines vorgegebenen Ausschnittes der Realität nicht unbedingt nötig. Sie ist so gesehen also keine Eigenschaft einer abgeschlossen vorliegenden Realität selbst sondern eine Art ihrer Beschreibung. Letztendlich ist auch der Klang, den wir hören, keine physikalische Realität. Die Klangstrukturen hängen von der Darstellung des Schalles im Ohr ab."⁵⁶

Das führt auf die Verschiedenheit des Wesens von neuronal gefiltertem Klang (die Helmholtzsche "Tonempfindung") und dem physikalisch tatsächlich zunächst gehörten, vorliegendem Schall. Daß bei der Frequenzdarstellung die Zeit bedeutungslos wird, muß für das Hören hinterfragt werden, da wir hier offenbar zeitlich wahrnehmen können. Hier liegt eine gemischte Art der Darstellung vor, die interessant ist in Hinblick auf das Heisenbergsche Unschärfetheorem von Messen (Hören): "Im Feinen, bei Ereignissen, die sich ganz schnell abspielen, wird die Frequenzdarstellung benutzt. Solche schnellen Abläufe sind klangbildend. Im 'Gröberen' wird die Zeitdarstellung benutzt." Im zeitkritischen Bereich verschwindet also die Zeit selbst. Die Zeitdimension wird wieder eingerechnet in Wavelets.

Die Anteilnahme der Medien am Realen: Diesseits des Appells an den menschlichen Zeitsinn

Explizite Klänge und Bildsequenzen oder implizit sonische, also periodisch-dynamische Signalprozesse in technischen Medien appellieren phänomenologisch an den "inneren" (Husserl) menschlichen Zeitsinn; die Sinnesorgane werden durch zeitlich-bewegliche, zeitkritisch-periodische Schwingungen massiert (im Sinne McLuhans) und resonieren, sofern sie sich (etwa durch den Phonographen oder die Kinematographie) im niederfrequenten Bereich artikulieren.

Im Unterschied zu vormaligen Automaten operieren hochtechnische, durch Elektronenröhren (später Transistoren) definierte Medien (elektronisches Radio und Fernsehen, schließlich Digital Signal Processing in Computern in Echtzeit) mit hochfrequenten Oszillationen, seitdem sie Signale mit der Geschwindigkeit von Elektrizität selbst verarbeiten. Das Zeitfenster menschlicher Sinneswahrnehmung in Nerven und Physiologie wird hier signaltechnisch unterlaufen. Die von McLuhan analysierte Gutenberg-Galaxis stellt einen bloßen Raum des Symbolischen dar; "die Eigenart der Epoche der technischen Medien [...] liegt darin, die 'Zeit des Reellen', also jene Prozesse, die durch syntaktische Strukturen nicht

⁵⁶ Heinz Stolze (Institut für Stimme und Kommunikation, Bremen), <http://www.forum-stimme.de/pages.1/frequenz.htm#Anchor-Zur-49745>, Zugriff 8. Juni 2007

fixierbar und also irreversibel, kontingent, chaotisch und singular sind, als zeitliches Geschehen speicherbar und zugleich auch manipulierbar zu machen"⁵⁷. Es ist indes eine List der Vernunft, daß in signalverarbeitenden Prozessoren der Computer das kontingenzbehaftete physikalische Reelle, das die Übertragungs- und Speicherweisen analoger Medientechniken charakterisierte, selbst als Algorithmen und Code, also im Regime des Symbolischen handhabbar wurde. Technisch implementierter Code unterscheidet sich vom typographischen Regime gerade dadurch, daß er selbst in der Zeit tätig wird.

Die Δ -Funktion des Realen

Seitdem Hochgeschwindigkeitsrechner die mathematischen Gleichungen komplexer Variablen zu Bildern abzukürzen vermögen (in Wieners Epoche bestenfalls am Radarbildschirm vorstellbar), gibt sich wahrhaft medientheoretisch eine Natur zu erkennen, "die kein Menschaugen je zuvor als Ordnung erkannt hatte: die Ordnung von Wolken und Meereswellen, von Schwämmen und Uferlinien. Die digitale Bildverarbeitung fällt also, gerade weil sie im Gegensatz zu hergebrachten Künsten gar keine Abbildung sein will, mit dem Reellen zusammen."⁵⁸ Leibniz glaubte einst, in den sich am Sandstrand brechenden Meereswellen die Natur selbst sich rechnen, buchstäblich kalkulieren zu hören.

Genuin gerechnete Objekte wiederum lassen sich durch ihre Sonifikation als Zeitwesen fassen: "Fraktale kann man auch vertonen. Ihre Darstellung in Form von Intervallen und Zeitwerten bietet die Merkmale einer [...] Musik [...]"⁵⁹. An dieser Stelle entbirgt sich die Allianz von Musik und Medienprozessen über den gemeinsamen Nenner ihrer radikalen Zeitgebundenheit; "hier gewonnene Erkenntnisse scheinen auf andere algorithmisch formulierbare Kunstformen durchaus übertragbar."⁶⁰

Die Herausforderung einer Fassung des Zeitverhaltens ganz anderer, nämlich elektromagnetischer Wellen, stellt sich Heinrich Hertz. Hertz hat "dasjenige zu stellen und zu messen gehabt, was man nicht repräsentieren kann [...]: Zahlen im Raum (Feynman)"⁶¹, die Vektoren elektro-magnetischer Felder. Plausibler aber wäre der Begriff "Zahlen in der Zeit", handelt es sich hier doch um einen dynamischen Vorgang, um

⁵⁷ Sybille Krämer, Friedrich Kittler. Kulturtechniken der Zeitachsenmanipulation, in: Daniela Klook et al., Medientheorien. Eine Einführung, xxx-xxx (206)

⁵⁸ Friedrich Kittler, Optische Medien. Berliner Vorlesung 1999, Berlin (Merve) 2002, 320

⁵⁹ Claude Lévi-Strauss, Sehen Hören Lesen, München / Wien (Hanser) 1995, 79

⁶⁰ Alberto de Campo / Julian Rohrhuber, "else if - Live Coding, Strategien später Entscheidung", in: xxx

⁶¹ Wolfgang Hagen, Das Radio. Zur Geschichte und Theorie des Hörfunks - Deutschland/USA, München (Fink) 2005, 36

Medienoperativität, schwingende Vorgänge. Hertz weiß um diese zeitkritische Zuspitzung und notiert Anfang Oktober 1886 in einem Laborprotokoll: "Gedanke, die 'Plötzlichkeit' des Funkens zu untersuchen."⁶² Solch operative Zahlen (errechnet durch Maxwell), "diese epochale Unvorstellbarkeit von 'räumlich-wirklichen' Zahlen, die die Medien der Moderne konstituieren", schlägt Hagen in Anlehnung an Lacan vor, "das 'Reelle' zu nennen, das Reelle der Elektrizität. Doch impliziert "jedliche Übertragung des und im Reellen, wenn sie denn beschrieben werden soll", eine Verschiebung ins Semiotische (Hagen ebd.): "Man kann auf den Gedanken kommen, die einzelnen Schwingungen <sc. des sich entladenden Funkens> als Zeichen zu benützen"⁶³ - was zur Maßzahl Hz wird.

Durch eine "Verschiebung ins Akustische" (Hagen) wird die Wirksamkeit des an sich undarstellbaren elektromagnetischen Feldes faßbar. Zum hochempfindlichen Indikator zumindest ins niederfrequente Band heruntertransponierter oder demodulierter Schwingungen wird hier (neben der dürftigen Sichtbarkeit überspringender Funken) die telephonische Membran im Takt des die Spule durchfließenden Wechselstroms schwingt, wodurch die elektrischen Spannungsschwingungen in hörbare Tonschwingungen umgewandelt werden.

Was sich am Phänomen der Überschallgeschwindigkeit akustisch manifestiert - als Knall, schneller als der Schall, also als zeitkritischer Überschlag - ist vergangene Zukunft *in nuce*. Die Analyse solcher Prozesse ist von menschlichen Sinnen nicht mehr zu leisten (es sei denn symbolisch: als zeitunkritische Mathematik); nur noch technologische Meßmedien vermögen solche Natur zu verstehen. 1886 verwendet Ernst Mach gemeinsam mit dem Physiker und Mechaniker Peter Salcher den elektrischen Funken höchstselbst, um Knallwellen durch selbstauslösende Ultrakurzzeitbelichtung photographisch zu bannen. "Das Projektil mit den Elektroden, dem Funken [...] und den Dichtenänderungen in der Luft bildet sich auf diese Weise bei der Momentanbeleuchtung ab, die in dem geeigneten Zeitpunkt von dem Projektil selbst im verdunkelten Zimmer ausgelöst wird"⁶⁴ - technische *automathesis*, die eigentliche Welt technischer Medien.

Das Reale im / als elektromagnetisches Feld

Wenngleich in Form von zu binären Kippschaltungen kreuzgekoppelten Elektronenröhren diskrete Prozeduren im Realen offensichtlich funktionieren, hat das Wissen noch lange nicht ergründet, was sich

⁶² Heinrich Hertz, zitiert von Hagen 2005: 29

⁶³ Hertz 1889: 348

⁶⁴ Zitiert nach Siegert 2003: 237

eigentlich ereignet. Jedenfalls hat es eine mathematische Existenz - etwa Maxwells Gleichungen. Bleibt ein Abgrund zwischen der Vorstellung des Diskreten und der Realseite des Elektromagnetischen: daß ein elektrisches Feld nicht fürsichseiend neben einem nachfolgenden magnetischen Feld existiert, sondern erst durch sein Zusammenbrechen ein magnetisches Feld induziert, also keinem der beiden Zustände ein isoliertes Sein oder eine Präsenz jemals zukommt.

Eine Photographie Jonathan Zennecks zeigt den Luminiszenzpunkt auf dem Schirm einer Braunschen Röhre bei einem Nullsignal.⁶⁵ Für solche Prozeduren des Realen in der Zeit steht nicht minder Lacans Entwurf des Unbewußten als eine Prozedur des Realen in der Zeit, die jedoch nicht neurobiologisch verifizierbar ist. Er kybernetisiert und operationalisiert das Unbewußte. Unterstellt ist hier das technologische Apriori der Computermathematik des 20. Jahrhunderts.

Medientheorie des Wetters: mit Unwahrscheinlichkeiten rechnen lernen

Je genauer die Neuzeit auf thermodynamische und mikrotemporale Prozesse schaute, desto deutlicher zeichnete sich dort eine Ereigniswelt ab, deren technischer Kehrwert zum Mediendrama wird.

Ein Äquivalent zur 1827 entdeckten Brownschen Molekularbewegung kann quasi-stochastisch mit Random-Operationen des Computers erzeugt werden, also algorithmisch: kein Tanz, sondern eher das Torkeln jenes trunkenen Mannes auf dem Trottoir, den Norbert Wiener in seiner unvorhersagbaren Schrittfolge im Voraus mathematisch zu beschreiben suchte. Wiener nennt als Fall multipler Zeitreihen, in denen eine Anzahl numerischer Variablen gleichzeitig von der Zeit abhängt, Wirtschaft und Meteorologie. "Die vollständige Wetterkarte der Vereinigten Staaten, Tag für Tag aufgenommen, stellt eine solche Zeitreihe dar"⁶⁶, zu bewältigen als "Theorie der Vorhersage, der Filterung und des Informationsgehalts von diskreten Zeitreihen" (ebd.). Und dann der epistemologisch entscheidende Moment, der Wechsel von der Physik des Wetters zu operativer, algorithmischer Mathematik, eine Übertragung des Filterproblems vom kontinuierlichen auf den diskreten Fall: "Die Filter für diskrete Zeitreihen sind gewöhnlich nicht mehr physikalisch konstruierbare Geräte aus elektrischen Schaltungen, sondern mathematische Verfahren."⁶⁷

An die Stelle der traditionellen Opposition von Ordnung *versus* Unordnung

⁶⁵ Jonathan Zenneck, Eine Methode zur Demonstration und Photographie von Stromcurven, in: Annalen der Physik und Chemie, N. F., 69 (1899), 847, Abb. LXVIIa, reproduziert in: Siegert 2003: 570

⁶⁶ Wiener 1948 / 1968: 118

⁶⁷ Wiener 1948 / 1968: 121

tritt anhand der Analyse von Wetter und Unwetter eine Kultur des Rechnens mit Wahrscheinlichkeiten und Unwahrscheinlichkeiten. Wetter als Erscheinung der unwahrscheinlichen Form von Natur wird von unseren Sinnen alltäglich im makroskopischen Bereich erfahren; die Analyse ihrer Bedingungen aber ist als Wissen nur noch hochtechnischen Meßmedien und verdinglichter Mathematik (also Computern) zugänglich. Die Optimierung von Algorithmen verdankt sich nicht nur militärischen und industriellen Interessen, sondern ebenso der Herausforderung des Wetters.

Das Wetter als Provokation aller Vorhersagbarkeit, als konkrete Form von Geschick, schrieb also an der Mediengeschichte mit und ist paradigmatisch für die Entwicklung einer Ästhetik im Umgang mit Zeit, die nicht mehr mit klassisch-physikalischen Ursache-Wirkungs-Beziehungen, nicht mehr mit der schlichten Opposition von Ordnung und Unordnung, sondern mit statistischen Wahrscheinlichkeiten rechnet und die unmittelbare Zukunft (in Form des Wetterberichts) als Aussicht in einer non-linearen Zeitkultur deutet.

Die Methode, mit der die frühe Kybernetik versuchte, der Unwahrscheinlichkeit Herr zu werden, beschreibt Max Bense in seinem Aufsatz "Technische Intelligenz": "Jetzt spricht man nicht mehr von den Materiemassen der natürlichen Weltansicht. Jetzt spricht man von Molekülen und ihren Geschwindigkeiten und den Wahrscheinlichkeiten ihrer Anordnung. [...] Das Elementare verliert an Sichtbarkeit, aber gewinnt an Hypothese, und man muß die Intelligenz von der Gewißheit an die Wahrscheinlichkeit gewöhnen."⁶⁸

Wiener wiederum beschreibt im Kapitel "Newtonsche und Bergsonsche Zeit" seines Klassikers *Kybernetik* (von 1948) anhand von Wolken nicht schlicht Wetterlagen, sondern eine dramatische Revolution der Art und Weise, wie unsere Kultur Zeit und Prozesse begreift: als Differenz zur klassischen Physik Isaacs Newtons, die auf dem absoluten Parameter und Irreversibilität von abstrakter Zeit basiert (orientiert am gleichbleibenden Modell der Planeten- und Umlaufbahn). Demgegenüber steht das Wolkenverhalten kleinster Partikel (wie die Brownsche Molekularbewegung oder der sogenannte Schrot-Effekt in Elektronenröhren).

Seitdem Hochgeschwindigkeitsrechner mathematische Gleichungen komplexer Variablen zu Bildern abzukürzen vermögen, gibt sich wahrhaft medientheoretisch eine non-lineare, selbstähnliche Natur zu erkennen, wie sie kein Menschaugen zuvor erkannt hatte: die Ordnung von Wolken, Meereswellen und Uferlinien als kalkulierbare.

Leibniz glaubte einst, in den sich am Sandstrand brechenden

⁶⁸ Wiener 1948 / 1968: 139

Meereswellen die Natur selbst sich rechnen, buchstäblich *kalkulieren* zu hören. "Was sich in Siliziumchips, die ja aus demselben Element wie jeder Kieselstein am Wegrand bestehen, rechnet und abbildet, sind symbolische Strukturen als Verzifferungen des Reellen."⁶⁹ Natur spricht hier nicht mehr - wie noch bei Leibniz - in der Sprache analytischer Funktionen, Funktionen, die stetig und kontinuierlich sind, sondern in der Sprache der Statistik von Zufallsereignissen oder von nichtkorrelierten Ereignissen.⁷⁰

Wetterhaften Zeitserien wird nicht mehr ein von Entscheidungen bestimmtes Verhalten unterstellt, sondern eine Wahrscheinlichkeitsverteilung. So kommt es zur Erzeugung von "Zufallsregen" im Computer. Ganz so, wie das Würfeln mit dem Computer unter Verwendung von Pseudozufallszahlen simuliert werden kann, lassen sich Zeitreihen durch Rechenprogramme generieren. Dies gilt auch für die Simulation von Zeitreihen, die in der Natur aufgrund von komplizierten Prozeßabläufen entstehen.⁷¹

Was macht die eigentliche Dramatik dieser Berechnungen aus? Eine radikale Unsicherheit, „die bestimmten deterministischen Gleichungssystemen inhärent ist. Der Computer holt das Reale der Wolken und des Wetters in ein Milieu der Simulierbarkeit im Symbolischen, indem er es trunkiert; gleichzeitig fängt er sich aber auch die trunkierten Reste des Realen mit ein“⁷².

In der digitalen Wolkensimulation offenbart sich etwas, was sich an sich dem optischen Regime entzieht; "eben darum aber kann es nur von technischen Medien gespeichert und verarbeitet werden. Die Tatsache, daß wir in einer Zeit leben, wo Wolken in ihrer ganzen Zufälligkeit berechnet werden können und dann als berechnete, nicht als gefilmte Bilder auch auf einen Bildschirm kommen, unterscheidet die Gegenwart von jeder früheren Zeit."⁷³

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

"Echtzeit" - das zeitliche Reale?

⁶⁹ Friedrich Kittler, xxx

⁷⁰ Axel Roch / Bernhard Siegert, Maschinen, die Maschinen verfolgen. Über Claude E. Shannons und Norbert Wieners Flugabwehrsysteme, in: Sigrid Schade / Georg Christoph Tholen (Hg.), Konfigurationen. Zwischen Kunst und Medien, München (Fink) 1999, 219-230 (225)

⁷¹ Jürgen Lehn / Stefan Rettig, Deterministischer Zufall, in: Braitenberg / Hosp (Hg.) 1995, 74

⁷² Heilmann 2005: 34

⁷³ Kittler, Optische Medien, xxx

Technomathematische Signalverarbeitung appelliert an die Phänomenologie menschlichen Daseins auf der Ebene des Zeitsinns, mithin also *existenzial*. Mikrotemporale Momente, die auf der Ebene maschineller Signalverarbeitung operieren, emulieren das menschliche Dasein auf der Zeitebene, wobei hier gut aristotelisch wieder Zeit Zahl wird, aber eben eine operative. Es gibt ein Reales in der Zeit des Rechnens: *hypertime*. Analog zu Konrad Zuses Begriff vom *Rechnenden Raum* gilt hier die rechnende Zeit: VR auf zeitkritischer Ebene, auf der Ebene der Zeitwahrnehmung.

Die phänomenologische Analyse menschenseitiger Gegenwartserfahrung ist keine medienspezifische. Zur Medienphänomenologie im strikten Sinne (und damit zum Gegenstand von wohldefinierter Medienwissenschaft) wird sie erst durch die technische Erdung, d. h. hinsichtlich a) ihrer Faßbarkeit überhaupt erst durch technologische Meß- und technomathematische Analyseverfahren), und b) insofern sie direkte Funktionen des technologischen Gestells sind. Das Bewußtsein errechnet (besser: resoniert in Alpha-Wellen) die Gegenwart des Objekts im gleichen Zeitfenster wie die sensorische Signalübertragung seiner Wahrnehmung; medienarchäologisch strikt heißt dies in Analogie zur Definition von Echtzeit im *computing*:

Signalprozessierung meint "the analysis und processing of physical phenomena that can be measured and digitized using a digital computer"⁷⁴. Diese Definition, die im Sinne des *symbolical calculus* von McCulloch / Pitts auch für neuronale Signalverarbeitung gilt, wird im Aspekt des Zeitreals konkretisiert.

Gemäß DIN 44300 wird unter Echtzeit bzw. Realzeit der Betrieb eines Rechnersystems verstanden, bei dem Programme zur Verarbeitung anfallender Daten ständig betriebsbereit sind, so daß die Verarbeitungsergebnisse innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne verfügbar sind⁷⁵ - das Δt als Zeitreal. Manifest wird diese latent sich ereignende Medienzeit für Menschen in zeitkritischen Computerspielen: "Anders als bei den 'entscheidungskritischen' (Adventure-)Spielen und den 'konfigurationskritischen' (Strategie-)Spielen geht es bei den 'zeitkritischen' (Action-)Spielen um das Herstellen von Rhythmus als 'Gelingen von Form unter der (erschwerenden) Bedingung von Zeitlichkeit' (Gumbrecht)."⁷⁶

⁷⁴ Ashfaq A. Khan, Digital Signal Processing Fundamentals, Hingham, Mass. 2005, xix

⁷⁵ Heinz Wörn / Uwe Brinkschulte, Echtzeitsysteme. Grundlagen, Funktionsweisen, Anwendungen, Berlin 2005, 1

⁷⁶ Claus Pias, "noise, narrow-band devices" - Prologomena zur Animationsgeschichte des Computerspiel(er)s, in: Kai-Uwe Hemken (Hg.), Bilder in Bewegung. Traditionen digitaler Ästhetik, Köln (DuMont) 2000, 222-236 (223), unter Bezug auf: Hans Ulrich Gumbrecht, Rhythmus und Sinn, in: ders. /

"Echtzeit" ist niemals punktuelle Jetztzeit, sondern eine rechnerisch verzögerte Gegenwart, ihre *différance* im Sinne Jacques Derridas. Allein die quantenphysikalische Verschränkung entfernter Teilchen erlaubt verzögerungsfreie Kommunikation derart, daß darin der Zeitkanal selbst aufgehoben wird.

ZEITKRITISCHE MEDIENPROZESSE

Zeitkritische Medienprozesse: Im kursiv geschriebenen Buchstaben *t* wird ein zentraler Parameter der Physik, nämlich die Zeitachse *t*, ausgedrückt.⁷⁷ Angesichts einer Gegenwart, in der Computerprozessoren physisch auf immer kleineren Raum zusammenschrumpfen und in der komplexe Rechengänge in immer kleineren Zeiträumen echtzeitnah ausgeführt werden, ist die Bestimmung und Analyse zeitkritischer Prozesse eine wesentliche Aufgabe aktueller Medienwissenschaft: die medientheoretischen Erforschung von Zeitkritik, hier insbesondere verstanden als mediale Archäologie des Parameters *t* im analogen und im digitalen Raum. Oder etwas eleganter, gar systemtheoretisch formuliert: Zeitkritische Rhythmen meinen das "Gelingen von Form unter der erschwerenden Bedingung der Zeitlichkeit"⁷⁸.

Zeitkritische Medienprozesse bilden ein Feld, das mit Schlüsselbegriffen wie Takt, Quantisierung, Synchronisation, Rückkopplung und Echtzeit gefaßt wird. Um sich aber nicht im rein Diskursiven zu verlieren, gilt es, zeitkritische Prozesse von ihrer operativen, technisch-mathematischen Basis aus zu denken und sie von dort aus in Medientheorien zu verorten. Nicht nur in der Architektur von Echtzeit-Betriebssystemen der Informationstechnik (*time-critical applications, time-critical systems*) spielen zeitkritische Prozesse eine zentrale Rolle, sondern sie führen ebenso zu Kernfragen in der modernen Physik (Quanteninformation), bestimmen das globale Finanzwesen (*online-brokerage*) oder bilden eine wesentliche Ebene für die künstlerische Auseinandersetzung mit technologischen Medien.

Voraussetzung für die Analyse solcher nanotemporalen Prozesse ist die begriffliche wie systematische Unterscheidung zwischen zeitkritischen und lediglich zeitbasierten Medien. Hinzu kommt die Auslotung von Echtzeit. Echtzeitverarbeitung findet statt, wenn die Outputs – in Abhängigkeit derjenigen Sinne, die sie adressieren – als Sequenzen

K. L. Pfeiffer (Hg.), Materialität der Kommunikation, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 1988, 714-729

⁷⁷ Siehe Axel Volmar (Hg.), Zeitkritische Medien, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009

⁷⁸ Hans-Ulrich Gumbrecht, zitiert hier nach: Claus Pias, Jeder Schlag ist eine Antwort, jeder Treffer ein Gespräch, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 110 v. 14. Mai 2002, S. 52.

diskreter Taktraten ausgegeben werden und durch die Gleichzeitigkeit von Verarbeitungsgeschwindigkeiten den Eindruck kontinuierlicher Zeitflüsse erzeugen können. Zeitkritische Operativität sinnlicher Datenströme spielt sich in Samplingraten und Bildwiederholfräquenzen ab - in minimalen Zwischenräumen oder Zeitfenstern.

Technische Signale: nicht semiotische Zeichen, sondern zeitkritische Ereignisse

Harold Innis hat in *Empires and Communication* 1950 auf der analytischen Erdung von Machtpraktiken in ihren materiellen Kommunikationstechniken der Speicherung und der Übertragung insistiert. Angesichts von Computern, die inzwischen - anders als zu Zeiten von Innis - in der Lage sind, Signalverarbeitung in Echtzeit zu vollziehen, betrifft dies nicht mehr nur die großen Rhythmen von Raum- und Zeitüberbrückung durch Träger- und Speichermedien wie Papyrus und Inschriften zählen, sondern durch die elektronischen Medien wurde ein Zeitbereich geradezu entdeckt, der auf mikrooperativer Ebene emaniert. Hier setzt die Analyse zeitkritischer Signalverarbeitung an.

Rückt das Geschehen von Signalereignissen unterhalb die menschliche Wahrnehmungsschwelle und ist dennoch ästhetisch wirksam (wie das Auge durch Kinobilder betrogen wird), kann dies kein Mensch mehr zählen, sondern nur die meßtechnische Maschine, da die hohe Frequenz die physiologischen Trägheitsgrenzen überschreitet. An dieser Stelle löst sich Zeit in mathematischer Operativität auf. Hier zählt Mathematik buchstäblich als zeitkritische Ästhetik.

Hermann von Helmholtz hat sich mit kleinsten Zeitfrequenzen von Nervenreizungen befaßt⁷⁹; unter Medien versteht er zunächst Instrumente, welche solche zeitkritischen Prozesse überhaupt erst wahrzunehmen, nämlich zu messen vermögen.

Wo Foucault die "Probleme der Lagerung in der zeitgenössischen Technik" beschreibt, identifiziert er deren zeitkritischen Charakter in der von-Neumann-Architektur: "Speicherung der Information oder der Rechnungsteilresultate im Gedächtnis einer Maschine, Zirkulation diskreter Elemente mit zufälligem Ausgang (wie etwa [...] die Töne auf einer Telefonleitung), Zuordnung von markierten oder codierten Elementen innerhalb einer Menge, die entweder zufällig verteilt oder univok oder plurivok klassiert ist, usw."⁸⁰

⁷⁹ Hermann Helmholtz, Über die Methoden kleinste Zeittheile zu messen und ihre Anwendung für physiologische Zwecke, Königsberger naturwissenschaftliche Unterhaltungen 2 (1851), 169-189

⁸⁰ Michel Foucault, Andere Räume, in: zeitmitschrift. ästhetik & politik Nr. 1 (1990), 4-15 (6)

Die Archiv-*stasis* sieht Foucault ausdrücklich als Heterotopie. Dem gegenüber ereignen sich Heterochronien, "die im Gegenteil an das Flüchtigste, an das Vorübergehendste, an das Prekärste der Zeit geknüpft sind [...]. Das sind nicht mehr ewigkeitliche, sondern absolut chronische Heterotopien."⁸¹ Die Heterotopie wird zeitkritisch zu denken, sobald sie die technische, medienarchäologische Ebene berührt. Diese pointiert Foucault mit dem chronotechnischen Takt einer "vulgären" Zeit.⁸²

Im Mikrocomputer, genauer: auf den Niveaus eines Chip ist eine hoch differenzierte und zugleich nahezu autopoietische Speicherkultur entstanden, die Begriffe wie "Register", "Read Only Memory" und "Zwischenspeicher" nur noch metaphorisch dem Diskurs der Mnemosphäre entnimmt, tatsächlich aber den Raum des Archivs ins Regime strikt zeitkompatibler Rechenprozesse überführt. Werden höchst kurzfristige Gedächtnisfunktionen zum Zweck ihrer Interoperativität von internen Quarzuhren getaktet, kommen die zeitkritischen Prozeduren in der elektronischen Datenverarbeitung den neurologischen Prozessen im Gehirn selbst nahe.

Tatsächlich liegt der Unterschied zwischen den Kurven einer Pulsmessung oder des Dynamographen zum Fernsehbild darin, daß die Zeilen / Kurven unterhalb der menschlichen Wahrnehmungsschwelle rutschen.

Das Signalereignis (*evenement*) wird damit zum kleinsten zeitlichen Moment, und das Foucaultsche "Monument" (*Archäologie des Wissens*) zum Moment.

Jeder einzelne Signalmoment eines Fernsehbildes ist technisch singulär. Walter Benjamin in seinen *Thesen zum Begriff der Geschichte*: "The past can be seized only as an image which flashes up at the instant when it can be recognized and is never seen again."⁸³

Das chronophotographische Bewegungsbild (Aktionsbild) stellt Zeit indirekt dar, über Bewegung; das Zeitbild laut Deleuze, getriggert durch die Erfahrungen von WKII, ab 1945 hingegen hat das sensomotorische Schema überholt und ist ein direktes Bild der Zeit. Die neuen Zeichen sind Sono- und Optozeichen, nämlich Bilder, die sich erst im Kopf realisieren;

Wahrnehmung will nicht primär semiotisch, sondern signaltechnisch gedacht werden. Das Kinobild an sich ist keineswegs diskursiv, vielmehr "plastische Masse, einer signifikantenlosen, asyntaktischen und nicht sprachlich geformten Materie, obgleich sie keineswegs amorph, sondern

⁸¹ Foucault 1990: 13

⁸² Martin Heidegger, in: *Sein und Zeit*, Tübingen (Niemeyer) 1927, xxx

⁸³ Übersetzung nach Richard Dienst 1994: 69

semiotisch, ästhetisch und pragmatisch geformt ist"⁸⁴.

"Die Videotechnologie enthüllt nicht nur die Bewegungen und die unendliche Variation der Bilder, sondern auch die „Zeitmaterie“ aus der die Bilder (die elektromagnetischen Wellen) gemacht sind. Die Videotechnologie ist eine maschinelle Anordnung, die eine Beziehung zwischen asignifikanten Strömen (Wellen) und signifikanten Strömen (Bildern) etabliert."⁸⁵

Wohldefinierten Medienwissenschaft versteht "Modulation" elektrotechnisch, als *terminus technicus*.

Mit der Morse-Telegraphie wird elektrische Energie als Signal durch Kabel übertragen, also einen klassischen Kanal. Das ändert sich erst in dem Moment, wo das Übertragungsmedium selbst elektrotechnisch erzeugt wird - eine kulturtechnische Eskalation, Immaterialität jenseits von klassischer Physik. Nachdem James Clerk Maxwell die Existenz elektromagnetischer Wellen nachgewiesen hatte, machte sich Heinrich Hertz daran, solche Strahlungen (in deren Spektrum auch die Radiowellen liegen) beliebig zu erzeugen. Vor allem "erfordern elektromagnetische Wellen kein existierendes Medium (wie die Schallwellen) - sie können auch durch ein Vakuum übertragen werden."⁸⁶

Im zeitkritischen Dazwischen der filmischen Einzelbilder entsteht erst der Film. Doch beim elektronischen Bild ist das Bild selbst ständig in Bewegung, "bewegtes Bild und Bild der Bewegung zugleich"⁸⁷, zugleich zeitbasiert und zeitbasierend. Der Kunstgriff der Zwischenabblendung beim filmischen Bildwechsel läßt sich beim Fernsehbild nicht anwenden, "weil ja das Fernsehbild als Ganzes tatsächlich nicht vorhanden ist, sondern jeweils nur ein einzelnes Bildelement, welches zu dem betrachteten Zeitpunkt gerade übertragen wird"⁸⁸ - eine Temporalisierung des Intervalls. Fernsehen bedeutet eine exponentielle Eskalation der Zeitlichkeit der Kinematographie und ist überhaupt erst im Medium des Elektronischen möglich (das Zeitverhalten wird hier kritisch im Sinne von entscheidend für das Zustandekommen des Bildes), denn die einzelnen Bildelemente müssen so schnell aufeinanderfolgen, daß die gesamte Bildfläche jeweils innerhalb 1/25 Sekunde erfaßt wird. Und anders als in der Kinoprojektion gilt dieses Verhältnis strikt synchron für Bildgeber und -empfänger: "Dieser Gleichlauf zwischen Bildzerleger und Bildaufbaugerät, die `Synchronisierung´ wird durch zusätzliche Taktzeichen, durch `Synchronisierungssignale" hergestellt, die gleichzeitig mit den Bildzeichen vom Geber auf den Empfänger weitergeleitet werden"

⁸⁴ Gilles Deleuze, *Kino II: Das Zeitbild*, xxx, 46

⁸⁵ Maurizio Lazzarato, *Videophilosophie. Zeitwahrnehmung im Postfordismus*, b_books Verlag, 2002, 65

⁸⁶ James Monaco, *Film verstehen*, Reinbek (Rowohlt) 1995, 459

⁸⁷ Joachim Paech 1994: 175

⁸⁸ Lipfert 1938: 12

(ebd.). Aus der schlichten Zeitbasiertheit vorheriger Medien (Theater etc. mit Lessing 1766) werden so *zeitgebende* Medien - eine erhebliche Modifikation auch von Shannons Diagramm. Denn neben die schlichte parataktische Abfolge von Sender - Kanal - Empfänger tritt, als Supplement, nun der Taktgeber für Synchronisierung in die Reihe von Aufnahmegerät (oder Filmprojektor) - Bildzerleger - Lichtelektronischer Wandler - Mischstufe - Leitung oder drahtloser Sender.⁸⁹ So wird Shannons Schema selbst zeitkritisch, ergänzt um die Dimension des zeitlichen Kanals.

Medienarchäologisches "Fernsehen" schaut nicht primär nicht auf die Programminhalte, sondern die Übertragungsmechanismen der Bilder, die ihr elektronisches Sein recht eigentlich erst in der Zeitlichkeit entfalten.

Die mechanische Nipkow-Scheibe als Form von zeilenförmiger Bildzerlegung als Rasterung auf Empfängerseite und ihre Wiederausammensetzung auf Empfängerseite ist für grobe Bilder "durchaus brauchbar. Aber bei inhaltreichen Bildern (Massenszenen, kleinen architektonischen Einzelheiten) bleibt der Wunsch nach weiterer Verfeinerung des Rasters offen."⁹⁰ "Inhalt" ist also bei Lipfert keine Frage der emphatischen Semantik, sondern schlicht ein Maß für Information, das logarithmisch kalkulierbar wird, denn die Zahl der Bildelemente wächst in etwa mit dem Quadrat der Zeilenzahl <ebd., 18>.

Dies ist einer der Momente, wo Medienarchäologie, gerade *weil* sie sich gegenüber Massenmedienforschung absetzt, auf dem Umweg über hochtechnische Analyse einen Beitrag zur Medienwirkungsforschung zu leisten vermag. Denn es ist dergleiche Autor Lipfert, der einleitend auf die Dringlichkeit einer Fernsehkunde verweist: "Wenn z. B. der Führer auf dem Reichsparteitag in Nürnberg spricht, dann hört man an den Fernsehempfängern in Berlin" - gemeint ist hier mit einer für Medienkultur signifikanten Metonymie von menschlichem und apparativem *Empfänger* - "nicht allein seine Rede, sondern man sieht gleichzeitig sein Bild, jede seiner Bewegungen und seine Umgebung"⁹¹ - nicht ganz zeitgleich allerdings, sondern um die Prozedur des Zwischenfilmverfahrens verzögert.

In einer medienarchäologisch-massenmedialen Bifurkation zeitigte die Braunsche Kathodenstrahlröhre zugleich das Meßinstrument (Oszilloskop) und das TV-Röhrenbild.

Im Oszillographen (der gerade nicht Oszilloskop heißen soll) wird der

⁸⁹ Siehe das Diagramm "Grundsätzliche Anordnung eines Fernseh-Bildgebers" in: Lipfert 1938: 13, Abb. 2

⁹⁰ Kurt Lipfert, Das Fernsehen. Eine allgemeinverständliche Darstellung des neuesten Standes der Fernsehtechnik, München / Berlin (Lehmann) 1938, 17

⁹¹ Lipfert 1938: 8

Begriff einer medientechnischen "Historiographie" konkret. Der Kathodenstrahl-Oszillograph ist reine Sendung, Botschaft des Mediums, ein analytischer Fernseher: Hier geht es um Messung, nicht Darstellung.⁹² Und doch, die Bildepiphany einer Küstenlinie im Nebel am Radarbildschirm war einst prägend für einen jungen Matrosen namens Horst Bredekamp, den späteren Kunsthistoriker und Bildwissenschaftler.

Im Unterschied zu Nicole von Oresmes spätscholastischen Diagramm von Bewegung als Funktion des Parameters Zeit und zu den graphischen Kurven des Dynamometers aber besteht das Schirmbild des Oszillographen selbst aus einer Zeit-Schrift.

Selbst die Demonstration einer Signalmessung durch ein elektrophysikalisch "analoges" Oszilloskop läßt sich digital modellieren, in Software zur Simulation elektronischer Schaltungen.

Die digitale Variante der Signalverarbeitung ist deshalb ebenso authentisch und nicht schlicht eine Animation, weil sie das Zeit-Wesen mit den analogen Signalprozessen teilt: der Rechner arbeitet, rechnet, synchronisiert strikt zeitkritisch. Lessings *Laokoon*-Theorem (1766) wird hiermit aufgehoben, der Widerstreit zwischen dem Komputierenden, Zählenden, also Seriellen (eine sukzessive Bewegung in der Zeit) und dem Parallelen (die Koexistenz von Körpern im Raum).

Ping: die Melodie des Internet

Um den Begriff der Zeitkritik zu präzisieren, muß Medienwissenschaft sich von hinderlichen Begriffen befreien. Begriffe wie "Hypertext" verleiten zu räumlich-topologischen Metaphern. Doch deren medienarchäologische Urszene, die von Vannevar Bush 1945 konzipierte Gedächtnisassoziationsmaschine *Memex*, meinte selbst schon den Übergang zu einem dynamisierten Raum, der primär aus Zeitoperationen und Bewegungen besteht, ein generatives Archiv: Die *Memex* sei ein Gerät, in dem ein Individuum alle seine Bücher, Aufzeichnungen und Kommunikation derart speichert, daß diese Mechanik mit gesteigerter Geschwindigkeit und Flexibilität zu Rate gezogen werden kann. Wird die mikrofilmbasierte *Memex* schließlich an das elektromagnetische Feld deligiert, eskaliert der und das zeitkritische Moment. Die gängigen Aufzeichnungssysteme in Bushs Epoche waren Schrift, Druck, Photographie, Film und Grammophon, "but we also record [...] on magnetic wires"; schließlich schlägt er vor, Daten elektromagnetisch auf Metallflächen zu speichern⁹³ - der Zugriff erfolgt dann mit der schieren

⁹² Dazu Szalay 1954: 407 f.

⁹³ Vannevar Bush, As we may think, in: Atlantic Monthly 176 (Juli 1945), 101-108; Wiederabdruck in: A. J. Meadows (Hg.), The Origins of Information Science, London 1987, 254-261 (hier 255 u. 259)

Geschwindigkeit von Elektrizität.

Im Namen des World Wide Web schließlich haben solche Prozesse netzwerktechnisch wie als Gebrauchsweise die "Noosphäre"⁹⁴ längst zur Chronosphäre werden lassen. Um die dynamische, zeitkritische Praxis von Time-Sharing und Packet-Switching im Internet zu verstehen, versetzen wir uns zunächst in eine buchstäblich medienarchäologische Situation: unter Wasser, in ein U-Boot, an das Sonar-Gerät. Ein Sonar erzeugt einen sonischen Impuls, oftmals "Ping" genannt, der durch Hydrophone gesendet wird. Dann wird auf die Reflexion, das Echo dieses Impulses gelauscht, der sich an entfernten Objekten bricht; die Vermessung eines Raums wird hier zum buchstäblichen Zeitraum einer akustischen Laufzeit. Zeitkritische Medienwissenschaft entwickelt analog dazu einen geschärften Sinn für Praxiken und Verfahren zur akustischen Versinnlichung von Informationsvorgängen: die Sonifikation von an sich nicht klanglichen physikalischen Prozessen (etwa Erdbeben) und Datenverarbeitungen. Die Taktraten des ersten vollröhrenbetriebenen Computers lagen noch im für Menschen hörbar zu machenden Frequenzbereich, waren also unmittelbar elektroakustisch wandelbar. Nicht minder zeitkritisch ist die nanotechnische Abtastung atomarer Oberflächen durch das Rastertunnelmikroskop; für unsere Ohren umgerechnet klingt dies wie Klavierklang in Zwölftonmusik. Umgekehrt gelingt die non-invasive Wiedergewinnung von Audiosignalen unabspielbarer Edison-Wachszylinder durch optische Laserabtastung und Umrechnung in Sound.⁹⁵

Wesenszug der Sonifikation ist es, daß es Prozesse im Zeitbereich faßt, weil akustische Vorgänge ihrerseits erst im Zeitlichen sich entfalten und daher diesen Zug mit ihren Objekten (mit)teilen. Im sogenannten Ping-Signal, mit dem die Interoperabilität eines Computer-Netzwerkes festgestellt werden kann, erklingt (wie es der Name schon nahelegt) die Zeitlichkeit des Internet, wenn wir den Vorgang, der sich im Millisekundenbereich abspielt, sonifizieren. Geöffnet wird eine Verbindung durch das Netzwerk, um zu sehen, ob die andere Seite reagiert. Aus der Feststellung der kombinatorischen Querbverbindungen eines Netzes hatte Vint Cerf 1975 das Transmission Control Protocol für das Arpanet entwickelt, den Vorläufer des Internet; 1983 schrieb Mike Muuss das Ping-Programm 1983. Die Extension und das Routing des Netzes wird hier als Zeitverzögerung nachprüfbar, ganz so, wie es auch Raumakustik in erster Linie mit sogenannten Laufzeiten von Signalen zu tun hat, der akustischen Verzögerung von Signalen bei ihrer (so das

⁹⁴ Zu diesem Begriff: Pierre Teilhard de Chardin, Die Entstehung des Menschen, München (Beck) 1961.

⁹⁵ Gerd Stanke / Thomas Kessler, Verfahren zur Gewinnung von Tonsignalen aus Negativ-Spuren in Kupfernegativen von Edison-Zylindern auf bildanalytischem / sensoriellem Wege, in: Artur Simon (Hg.), Das Berliner Phonogramm-Archiv 1900-2000. Sammlungen der traditionellen Musik der Welt, Berlin (VWB) 2000, 209-215

schöne deutsche Wort) "Durchmessung" des Raums. Eine präzise Definition entnehmen wir dem Eintrag "Ping" in der Wikipedia, weil die *online*-Enzyklopädie das Medium ihrer Artikulation selbst zur Botschaft an dieser Stelle, indem zur Illustration der Wikipedia-Server selbst angepingt wird:

```
web05:~ # ping de.wikipedia.org
PING rr.knams.wikimedia.org (145.97.39.155) 56(84) bytes of data.
64 bytes from rr.knams.wikimedia.org (145.97.39.155): icmp_seq=1
ttl=53 time=61.8 ms
64 bytes from rr.knams.wikimedia.org (145.97.39.155): icmp_seq=2
ttl=53 time=61.2 ms
64 bytes from rr.knams.wikimedia.org (145.97.39.155): icmp_seq=3
ttl=53 time=62.1 ms
64 bytes from rr.knams.wikimedia.org (145.97.39.155): icmp_seq=4
ttl=53 time=61.6 ms
```

Es werden also Datenpakete an den Rechner gesandt und vom Programm die Zeit gemessen, bis die Antwort des Hosts eintrifft. Diese Antwort wird als Pong bezeichnet und sagt aus, wie lange es dauert, ein Datenpaket zum Host und wieder zurück zu senden. Das Protokoll verlautet dementsprechend die Zahl der erfolgreichen oder verlorenen Datenpakete sowie die Übertragungsintervalle bei kleinsten zeitlichen Differenzen.⁹⁶

In *online*-Computerspielen ist solch technische Testzeit längst zu einer medienkulturellen Praxis geworden. "Ping" ist hier ein Synonym für Latenzzeit - jenes neue Zeitobjekt, das der Epoche hochtechnischer Medien eigen ist und die beiden Grundoperationen Speichern und Übertragen relativisch verschränkt, ja aufhebt. Und doch bleibt immer eine tatsächliche Zeit, welche ein Datenpaket braucht, um das System zu durchqueren. Das *rotational delay* als eine frühe Realisierung von Computergedächtnis in Form von Trommel- und anderen opto-akustischen Verzögerungsspeichern war eine positiv genutzte Form von Latenzzeit, worin Verzögerung selbst zum Speichermedium wurde.

Nachrichtentechniker und Ingenieure kennen neben diesem Maß für Datengeschwindigkeit auch einen Begriff für die Gesamtzahl von Prozessen zu einem gegebenen Zeitpunkt. Medienökonomie im mehrfachen Sinn meint die gegenseitige Abwägung dieser Parameter Zeit und Datenquantität in Telekommunikation und Computernetzwerken jeweils auf Kosten des anderen. Für den Transfer von Dateien im Internet zählt einerseits der *throughput*, denn die Operation ist erst mit der vollständigen Übertragung aller Datenpakete vollendet; andererseits gibt es dabei Teilprozesse, für die nicht die Datenmenge, sondern der

⁹⁶ Wikipedia, Eintrag "Ping (Datenübertragung)", <http://de.wikipedia.org>, Stand: 22. Dezember 2006

Zeitpunkt des Eingriffs entscheidend ist. Die Physiologie kennt *latency* als Begriff für das kleine Intervall zwischen Nervenreizung und Reaktion. Kulturell wird dieser Prozeß etwa in dem Moment, wo Echtzeitpoesie, d. h. die konkrete Ausformulierung epischer Dichtung im Moment ihres Vortrags, aus Gründen der neurologisch-metrischen Koordination des Feedbacks einer instrumentalen Unterstützung bedarf⁹⁷; dies zu erreichen erfordert für Echtzeitcomputing von Musik zeitkritische Höchstleistung.

Ping Melody ist konsequenterweise der Name für eine musikalische Internet-Performance, in der aktuelle Zustände und Handlungen der User unmittelbar Einfluß auf die musikalische Komposition nehmen. *Ping Melody* basiert auf der Option des Internet, fast simultane Ereignisse im Datentransfer als dynamischen Prozeß gegenseitig zu verrechnen. Gesampelter Sound wird ins Netz geschickt, in Erwartung einer entsprechenden Signalantwort angepingter Server, operierend im Intervall der hörbaren Differenzen zwischen Signalquelle und Signalantwort. Die Performance verrechnet den singulären Instrumentalisten und den Sound eines akustischen Instruments mit dem Kollektivsingular des Datenraums; musikalische Improvisation wird hier zur Funktion der Temporalität des Internet selbst. In abstraktem Englisch heißt es: "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"⁹⁸ - womit wir wieder an das submarine Sonar erinnert sind. Diese Unterwassersituation weist zurück auf die nicht weniger immersive ICMP-Topologie des Internet, auf Ping als Zeitraum von *echo request* und *echo reply*: "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. Bei der Suche nach Störungen in Netzen ist dies in aller Regel der erste Schritt, den der Netzwerkbetreuer unternimmt."⁹⁹

Doch die Suche nach Störung ist gleichzeitig der Anreiz zum produktiven Missbrauch, zum sogenannten *Ping of death*: Vor einiger Zeit waren manche TCP/IP-Stacks gegen übergroße Ping-Pakete empfindlich "und stürzten so radikal ab, dass sie die gesamte Maschine mitrissen. Mittlerweile sollten aber keine derart alten Versionen mehr in Betrieb

⁹⁷ Siehe Albert B. Lord, *Der Sänger erzählt. Wie ein Epos entsteht*, München 1965.

⁹⁸ Pawel Janicki, *Ping Melody* (2003), in: <http://wrocenter.pl>, Zugriff 22. Dezember 2006

⁹⁹ Andreas Rittershofer, Eintrag "ping bzw. echo request/echo reply" als Anwendung von ICMP (2003), <http://www.lmtm.de/InformatiXTM/netzwerke/texte/ping.html>, Zugriff 22. Dezember 2006.

sein" <ebd.>. *Ping Flood* ist der Name für die Taktik, auf ein Ziel den *echo requests* - also "ping" - mit größtmöglicher Geschwindigkeit loszulassen. "Der Zielrechner ist dann gut damit beschäftigt, darauf zu antworten, der Rechner ist für seine eigentlichen Aufgaben nur noch eingeschränkt nutzbar" <ebd.>. Und schließlich die Unterbrechung von Zeit selbst, das *Ping Timeout*. Zwischen dem PC und dem Server werden Keep-Alive-Signale hin und her gesendet, sogenannte Pings: "Erfolgt innerhalb einer gewissen Zeitspanne keine Antwort auf die Anfrage kommt es zu einem Ping-Timeout 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" (ebd.) - ein neuer Verbindungsaufbau und zugleich eine Erinnerung an die Ursprünge von Computerspielen im Tischtennis. Von *ping* zu *pong*: Hatte Norbert Wiener einst seine Kybernetik aus den Feuerleitsystemen des Zweiten Weltkriegs entwickelt, implementierte die Nachkriegsgeneration auf den ersten Terminals von Großrechnern (zunächst noch Radarbildschirme) ein Reaktionsspiel namens *Tennis for two*. Der Atari-Gründer Nolan Bushnell griff diese Idee später auf und führte das Videospiel 1972 unter dem Namen "Pong" kommerziell ein, ergänzt um ein akustisches Interface, das die Momente der Kollision zwischen Schläger und Tennisball sinnfällig machte. In dieser Spielversion, welche die Reaktionsmöglichkeiten der Spieler auf Manipulationen der Schläger allein auf der y-Achse reduzierte, kam ein epistemologischer Kern der Computerprogrammierung graphisch buchstäblich auf den Punkt: die IF/THEN-Abfrage. Wenn der Gegenspieler kein Mensch ist, sondern der Computer, wird der Spieler (mit einem Wort Martin Heideggers) *ge-stellt* - Zeit selbst wird hier zum Gestell, als epistemologische Eskalation von Taktraten. Claus Pias, der diesen Zusammenhang rekonstruiert hat¹⁰⁰, weist den im zeitkritischen Bereich operierenden Actionsspielen Sigmund Freuds Definition des "Es" zu. Damit ist der Schauplatz des Zeitkritischen auf ein Kalkül namens Echtzeit komprimiert, das Nächstfolgendes antizipiert, indem es das Jetztvergangene organisiert.

Wenn es um kybernetische Zeitweisen, d. h. um temporäre Mensch-Maschine-Kopplungen geht, steht menseitig an, in kleinsten Momenten, nämlich Entscheidungslücken tätig zu werden. "Fill in the gaps" - eine Devise in der Vorgeschichte der Computerspiele. Wo die Maschine aussetzt, soll der User (inter-)aktiv werden. J. C. R. Licklider war es, der dies formulierte und damit eine ganze Medienkultur interaktiver Interfaces (HMI) in die Welt setzte.¹⁰¹ Radarsysteme ließen lange die Freund/Feind-Unterscheidung gegenerischer Kampfflugzeuge offen; die

¹⁰⁰ Claus Pias, *Computer-Spiel-Welten*, Wien 2002

¹⁰¹ 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. Dazu Claus Pias, *ComputerSpielWelten*, München 2002, 93

finale Entscheidung obliegt dem Betrachter. "Die Kommunikation zwischen Eingabe-, Rechen- und Ausgabeeinheiten ist selbst zu einer zeitkritische Frage geworden."¹⁰² Dem Menschlichen bleibt nur noch Zeit, sich zu ereignen, wo die symbolische Maschine kurzfristig angehalten wird, sei es durch eine Störung, sei es durch eine algorithmisch bewußte Unterbrechung. Im Zentrum dieser Verfahrenstechnik steht die computerseitige Unterbrechung, das "Interrupt", das die Prozessierung zu regelmäßigen Zeitpunkten unterbricht, um variante Daten aus der Umwelt wahrzunehmen.

Laufzeiten

Poststempel auf Briefen gaben einst in erster Linie Auskunft über Weg und Laufzeit der Sendung; Kommunikationszeiten wurden so kalkulierbar. Laufzeit meint eben jene Zeitverzögerung, an der ein erster Medienbegriff überhaupt entwickelt worden ist, Aristoteles' Begriff des *to metaxy* ("das Dazwischen") in seiner Schrift *Peri psyches*, worin er zur Beschreibung der Laufzeitdifferenz von Stimmen als Hall diesen Medienbegriff *avant la lettre* bemühen muß. Es ist damit auch Raumakustik als Funktion mikrozeitlicher Ortungsprozesse deutbar, also eher von der Zeit als vom Raum her dynamisch zu entziffern; konzentrieren wir uns also - gerade im Unterschied zum "spatial turn" in den Kulturwissenschaften - aus medienwissenschaftlicher Perspektive auf den "sonic turn", den akustischen Kanal als analytisch privilegierten Zugang zu technologischen Prozessen, die in Hochgeschwindigkeit verlaufen. Die Analyse zeitkritischer Medienprozesse zielt auf Medienoperationen, für deren Zustandekommen kleinste zeitliche Momente buchstäbliche "entscheidend" (altgr. *krinein*) sind. Zeitkritik widmet sich jenen mikrozeitlichen Prozessen, die den Kern operativer hochtechnischer Mediensysteme (bis hin zur Neuroinformatik) bilden; hier hilft Foucaults Begriff von Heterotopien kaum noch weiter. Der Unterschied eines musikalisch-akustischen Vorgangs beispielsweise zur Photographie liegt darin, "daß er kein statischer Vorgang ist, sondern die Zeit als Kenngröße hat"¹⁰³; doch meint das Zeitkritische nicht schlicht die klassische These von den "zeitbasierten" (*time-based*) Künsten. Denn mit hochtechnischer Signalverarbeitung verschwindet die Differenz zwischen optischen und akustischen Prozessen in Echtzeit. Die Unterscheidung zwischen zeitkritischen und zeitbasierten Medien ist für alle Forschung relevant, die sich der analog/digital-Differenzierung verschreibt. Diese zur epistemologischen Kategorie erhobene Differenz hat einen entschieden zeitkritischen Aspekt, der jedoch mit dem Sampling-Theorem im Operativen gerade aufgehoben wird.

¹⁰² Pias 2002: 52

¹⁰³ H.-W. Steinhausen, *Musische Technik*, in: F. Winckel (Hg.), *Klangstruktur der Musik. Neue Erkenntnisse musik-elektronischer Forschung*, Berlin 1955, 195-202 (199)

Film, Fernsehen, Video - von klassischen zeitbasierten zu hochtechnischen zeitkritischen Medienprozessen

Film ist nicht nur auf dramaturgischer Ebene eine "time-based art"; mit Kinematographie als solcher gründet diese Zeitbasiertheit schon in Zeitkritik: als Wahrnehmungsbetrug auf ästhetischer Ebene, wenn durch apparative Intermittenz eine Folge von 16 leicht differenten Standbildern / Sek. in einem Bewegungseffekt resultieren - wie auch eine Frequenz von 16 Hz eine diskrete Taktrate in einen tiefen Toneindruck umkippen läßt, die Hörschwelle von Infraschall zum Klang. Doch als kleinste Einheit bleibt in der Kinematographie der Kader, das photographische Bild, intakt. Mit dem elektronischen Bild aber löst sich auch noch das Einzelbild in Zeit auf. Das Wesen des Video- und (was technologisch dasgleiche ist) des TV-Bildes *ist* radikal zeitkritisch. Um aber hier nicht vorschnell Ontologien zu verfallen, spreche ich ungern vom "Wesen" des Videobildes, sondern lieber von oder vom "Weisen" desselben (denn technologische Medien entbergen sich erst *im Vollzug*). Das interpolierte "i" fungiert hier selbst als Index des Operationalen als Signatur des technisch Medialen - immer ein Vollzug in der Zeit. Thomas Levin hat die "temporal indexicality" für Bewegtbilder beschrieben¹⁰⁴; tatsächlich meint der Index im Sinne der Peirceschen Semiotik einen im physikalischen oder physiologischen Sinne wesentlich anteiligen Bezug des Zeichens zum Bezeichneten (wobei Medienwissenschaft hier lieber von Signal denn von Zeichen redet).

Bill Viola definierte das Videobild ausdrücklich als *Klang* der Einzeilen-Abtastung¹⁰⁵; dieser Ausdruck wäre hier im Sinne des Frequenzbegriffs zu präzisieren. Der Etymologie von "Video" zum Trotz ist Zeit, nicht Sehen der essentielle Zug dieses Mediums, wie sie als eine spezifisch zeitkritische Form in zahlreichen Videokunstinstallationen faßbar wurde: dem *feedback*. Auch der ursprünglich von der elektroakustischen Musik herkommende Medienkünstler Nam June Paik sah in der Videotechnologie eine Imitation der Zeit, nicht der Natur.¹⁰⁶ Die spezifische Video-Ästhetik liegt in seinem Zeitcharakter - einmal als Speichermedium, vor allem aber auf mikrozeitlicher Ebene als Existenz des elektronischen Bildes aus Zeit. In dem Sinne fungieren auch die von jeder Fernsehstation zusätzlich zu den eigentlichen Bildsignalen mitausgestrahlten Synchronisierimpulse (die wir schon beim elektromechanischen Nipkow-Scheibenzwilling

¹⁰⁴ Thomas Y. Levin, Rhetoric of the Temporal Index: Surveillant Narration and the Cinema of "Real Time", in: ders. / Ursula Frohne / Peter Weibel (Hg.), CTRL[SPACE]. Rhetorics of Surveillance from Bentham to Big Brother, Cambridge, Mass. / Karlsruhe 2002, 578-593

¹⁰⁵ Bill Viola, Der Klang der Ein-Zeilen-Abtastung, in: Theaterschrift 4 (1993), Themenheft *The Inner Side of Silence*. Brüssel, 16-54

¹⁰⁶ Zitiert in: Maurizio Lazzarato, Videophilosophie. Zeitwahrnehmung im Postfordismus, Berlin (b-books) 2002, 7

finden), also elektrische, kurze Spannungsschübe, erzeugt im Taktgeber: "Die 'Zeilenimpulse' beeinflussen den Zeilenablenkteil so, daß der Elektronenstrahl stets im richtigen Moment an den Anfang der nächsten Zeile geführt wird. Die 'Bildimpulse' regulieren die Tätigkeit des Bildablenkteils und veranlassen den pünktlichen Beginn des nächsten Bildes."¹⁰⁷

Ein zeitkritischer Begriff von Mimesis: Die Bildwelten elektronischer Medien ahmen nicht Welt, sondern Zeit nach. Das Zeitwe(i)sen elektronischer Bilder thematisiert unaufhörlich die Frage, wie der Raum eines Bildes zur Zeit seiner Übertragbarkeit wird - nämlich durch Rasterung, also: Diskretisierung des Bildes Element für Element, das dann an Elektrizität übergeben und damit übertragbar wird.¹⁰⁸ Mikro-Zeitmeßgeräte auf der anderen Seite "machen Zeitunterschiede dadurch meßbar, daß sie dieselben in Raumunterschiede verwandeln"¹⁰⁹. Ein prinzipieller Unterschied zwischen dem Fernseher und dem Rundfunk liegt darin, daß beim Fernsehen die einzelnen Bildpunkte *nacheinander*, beim Rundfunk die einzelnen Töne *gleichzeitig* übertragen werden. Gemeint sind die Überlagerungen von Sinusschwingungen zum Klang, wie sie Fourier-Transformation als Frequenzanteile numerisch zu fassen vermag - womit die abendländische Kultur nicht mehr nur den Zusammenhang von Zeit und Zahl philosophisch entdeckt hat, sondern auch erstmals das Mega-Signifikat Zeit (Zeitprozesse als das Wesen von Signalen) signifikant, d. h. rechnerisch in den Griff bekommt und damit unter umgekehrten Vorzeichen wiederum computersynthetisierbar macht.

Heinrich Hertz hatte in seinem notorischen Versuch festgestellt, daß elektromagnetische Wellen - gleich Licht(wellen) - von Materie reflektiert wird, wenn deren Ausdehnung größer als die halbe Wellenlänge ist. In der Radartechnologie, der medienarchäologischen Kehrseite allen Fernsehens als eigentlichem Fernhören, wird die Laufzeit in einem nicht-ikonologischen Sinne operativ, wie der Name schon sagt: Radio Detection And Ranging. Die Zeit, die ein Radiosignal - also diesseits des Massenmediums: ein elektromagnetischer Impuls - braucht, um nach Durchquerung eines Kanals vom zu detektierenden Objekt reflektiert zu werden und wieder in den Sender zurückzukehren, ist Zeitkritik pur; die Hälfte der gemessenen Signalverzögerung ergibt durch Multiplikation mit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit elektromagnetischer Wellen - also Lichtgeschwindigkeit - die Entfernung zwischen Sender und Objekt. Presper Eckert, einer der Mitkonstrukteure des ersten vollelektronischen

¹⁰⁷ Walter Conrad, Fernsehen, Leipzig / Jena 1960, S. 61.

¹⁰⁸ Christian Kassung / Albert Kümmel, Synchronisationsprobleme, in: Albert Kümmel / Erhard Schüttpelz (Hg.), Signale der Störung, München 2003, 143-165 (149)

¹⁰⁹ Hermann von Helmholtz, Über die Methoden, kleinste Zeittheile zu messen, und ihre Anwendung für physiologische Zwecke, in: Königsberger Naturwissenschaftliche Unterhaltungen 2/2 (1851), 167-189 (173)

Computers ENIAC, war durch seine vormalige Kriegserfahrung mit Radar-Pulsmeßverfahren für die Notwendigkeit einer ultraschnellen Rechentechnologie sensibilisiert - ein zeitkritisches Training. "I figured that out with counters. All this is a good lead-in for building an electronic computer."¹¹⁰ Ebenso zeitkritisch war die sogenannte historische Lage drumherum: "The main thing was *we made a machine that didn't fail the first time*. If it had failed, we might have discouraged this line of work for a long time. People usually build prototypes, see their errors and try again. We couldn't do that. We had to make it work the first time out" (ebd.).

Die RFID-Technologie (Radio Identification), die inzwischen in allen Kaufhäusern angekommen ist, verschärft die vom Radar her vertraute Operation, indem im Transponder ein Schaltkreis integriert ist, der binäre Entscheidungen zu speichern vermag; diese werden als Signale den Hochfrequenzen zwischen Sender und Empfänger aufkodiert. Die Lage wird in hohem Maße zeitkritisch, sobald im Radius eines Lesegeräts eine Vielzahl von RFID-Tags im selben Frequenzbereich schwingen (in jedem Warenlager ist das der Fall), so daß sich deren Signale überlagern und damit gerade den Zweck der Technologie, die präzise Identifikation, verunmöglichen. Von daher wurde das Antikollisionsverfahren des Time Division Multiple Access entwickelt. Die im Frequenzkanal zur Verfügung stehende Übertragungskapazität wird hier nacheinander auf die einzelnen Transponder aufgeteilt. Ein Balanceakt zeitlicher Natur ist das transpondergesteuerte Aloha-Verfahren, eine probabilistische Abfrage aller im Lesebereich befindlichen Tags; diese melden sich mit einer individuellen und zufälligen Zeitverzögerung auf eine immer gleichlautende Anfrage des Readers mit ihrem jeweiligen Identifizierungscode zurück.¹¹¹ Es gibt also eine handelnde Welt der *petits perceptions*, die nicht mehr zwischen Menschen stattfinden. Pseudo-Echtzeitlokalisierung von Objekten im Warenkreislauf geschieht im Vektorraum (bzw. der Matrix) von Raum - Zeit - Frequenz - Kodierung. Wie schon für die Turing-Maschine (die in jeweils nur einem diskreten Zustand ist) und für die von-Neumann-Architektur unserer Computer ("one bit at a time") gilt auch für diesen (frei nach Konrad Zuse) *rechnenden Raum* strikte Sequentialität in der Datenverarbeitung; Antikollisionsverfahren sortieren Information zeitkritisch durch ihre Einteilung in diskrete Zeitschlitze. *Time slicing* als Eskalation von *time-sharing* (das Konzept Lickliders) ist längst generelle Praxis in der Rechner- und Telekommunikation geworden, bis in den Mobilfunk. So öffnen und schließen sich unaufhörlich Zeitfenster für ja/nein-Entscheidungen.

¹¹⁰ Alexander Randall, A lost interview with ENIAC co-inventor J. Presper Eckert, <http://www.computerworld.com/printthis/2006/0,4814,108568,00.html>, 16.02.2006

¹¹¹ Dazu Christoph Rosol, RFID. Technik - Geschichte - Objekte, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2007

Ohne die zeitkritische Verschränkung von Takt und Datum gäbe es keine parallele Prozessierung, sondern schlicht Datensalat in Analogie zu sinnlosen Schönheit der Brownschen Molekularbewegung. Netzprotokolle, hier um eine ätherische Radio-Dimension erweitert, ergreifen die realen Dinge; prompt annonciert die Industrie ein neues "Internet of things". Hier nun liegt die epistemologische Anschlußfähigkeit an die vertrauten "Ping"-Signale: die räumliche Metaphorik faßt das Wesen dieser Praxis nicht; insofern ist auch der Begriff Cyberspace eine verharmlosende Metapher für *operative* Graphen. Das Internet ist kein rein stationär topologisches Gefüge, sondern eine zeitkritische Praxis, die ihr Wesenweisend (*links*) erst im Vollzug offenbart. Diese technische Welt ist nicht mehr ein kosmologisch-harmonisches Gefüge ganzzahliger Proportionen (Pythagoras), sondern ein zeitkritischer Rechner.

Das Zeitkritische gewinnt hier - weit über die Pragmatik hinaus - eine epistemische Dimension, wie es niemand anders als Charles Babbage in seinem *Ninth Bridgewater Treatise* formuliert - als unmittelbare Antwort auf Laplace, der jedem kleinsten Teilchen der Welt eine Nummer zuweisen wollte, die dann vom notorischen Dämon identifizierbar wäre - Speicheradressierung im Buch der Natur. Babbage (hier ganz Medientheoretiker) suchte die Kluft zwischen theoretischer Mathematik und den empirischer Mechanik zu überbrücken; Babbages Gleichsetzung des "physical and metaphysical engineering of the universe" läuft seinem Interesse an Rechenmaschinen parallel.¹¹² Im Zusatz B seines *Ninth Bridgewater Treatise* beschreibt Babbage die von ihm konzipierte Analytical Engine als eine speicherprogrammierbare, also als dynamisches Archiv.¹¹³ In dergleichen Abhandlung (Kapitel "On Time") relativiert Babbage den Begriff der Zeitdauer, die je nach Perspektive einer Eintagsfliege, einer Pflanze, der Sonne selbst sich anders darstellt. Der Begriff "Echtzeit" meint nicht notwendig ein kleinstes Zeitfenster, sondern ein beliebiges Zeitfenster, innerhalb dessen notwendige Operationen miteinander verschränkt sein müssen. Aus kernphysikalischer Sicht dauert Zeit je bis zum nächsten kommenden Zustand. Solche Operationen liegen tatsächlich im zeitkritischen Bereich, insofern hier immer der Energieaufwand für einen Quantensprung mit Zeit verrechnet wird. *Computing time* wird damit zur Tautologie - *arithmos kineseos* (Aristoteles).

Taktung und Synchronisation

Vieles verdankt die europäische Wissenskultur Altgriechenland: das

¹¹² Alan Liu, *Escaping History. New Historicism, Databases, and Contingency*, Textvorlage zur Tagung *Digital Retro-Action*, University of California, Santa Barbara, September 2004.

¹¹³ Charles Babbage, *The Works of Charles Babbage*, Bd. 9: *The Ninth Bridgewater Treatise. A Fragment* (2. Aufl. 1838), hg. v. Martin Campbell-Kelly, London 1989, 68

spezifisch phonetische Alphabet etwa und die alphanumerische Verwendung dieser Buchstaben. Aber eines nicht: ein dynamisches Verständnis von Zeit. Schon Zenons Paradox, warum Achill im Wettlauf die Schildkröte nie einholen kann, zeigt an, wie sehr das altgriechische Denken in Intervallen eher eher dem geometrischen Raum- denn einem dynamischen Zeitverständnis geschuldet ist. Erst Leibniz antwortet auf Zenon mit der Differentialrechnung; Deleuze unterstreicht es: Für Leibniz zählen nicht kleinste Teilchen, sondern Falten. Ruhe ist für Leibniz kein Stillstand, und Δx ist unbestimmt, aber bestimmbar, als Differentialverhältnis.

Augustin schreibt es in Buch XI seiner *Confessiones*: Die Zeit ist ein Effekt von Messung; Aristoteles hatte Zeit und Zahl als gleichursprünglich definiert. Doch die antike Metrologie, also Zeitmessung, bleibt durch und durch antropozentrisch: orientiert am Akt der Prosodie. Der Ursprung von Taktung liegt also nicht in der Administration von Staaten und Maschinen, sondern in der poetischen Prosodie - worauf die "Frequenzmessung" (lang/kurz) als *ars grammatica* dann auch bis weit ins Mittelalter beschränkt war, bevor sie im Morsecode Nachrichtentechnik wurde. Für Augustinus ist diese Metrologie auf *grammatica* reduziert - eine enge, sehr antike Bindung von Poetik und Rhythmus: "Die eine Sache ist [...] die Bewegung eines Körpers, die andere, wodurch wir messen, wie lange sie ist. Wer wollte da nicht bemerken, was von beiden eher Zeit ist? Wenn ein Körper sich nämlich im Wechsel mal bewegt, man stillsteht, messen wir nicht nur / seine Bewegung, sondern auch seinen Stillstand durch die Zeit."¹¹⁴

Isidor von Sevilla greift diese Limitierung von Mathematik auf Schrift später im ersten Buch seiner *Etymologia* auf. Augustin schrieb noch ganz in der Spur von Aristoteles' *Physik*: "Das also ist die Zeit, die Zahl der Bewegung unterschieden nach Vorher und Später" (Buch IV, 219b 1-2). Ist das Sein einmal als Bewegung definiert und diese Bewegung abzählbar, läßt sich Zeit frequentativ berechnen.

[Im medienepistemischen (Spiel-)Zeug der Moiré-Uhr wird der Zusammenhang von Zeitmessung und Bewegung konkret: "Eine gelochte schwarze Stunden-Scheibe dreht sich über einem schwarzen Zifferblatt mit weißen Strichen. Das rotierende Moiré-Muster simuliert den fehlenden Minuten-Zeiger."¹¹⁵]

Die harmonische Proportionenlehre (Pythagoras / Platon) dominierte, festgeschrieben seit Boethius, für die Musiktheorie. Erst Mersenne mißt - ausgerechnet unter dem Titel einer *Harmonie universelle* - Schwingungsverhältnisse von Saiten statt räumlicher Intervalle.

¹¹⁴ Aurelius Augustinus, Was ist Zeit? *Confessiones* XI, lat./dt., übers. v. Norbert Fischer, Hamburg 2000, § 31

¹¹⁵ <https://de.wikipedia.org/wiki/Moir%C3%A9-Effekt>, Zugriff 14. November 2018

Voraussetzung für diesen Befreiungsakt von der harmonischen Proportion hin zur Frequenz (die dann mit Fouriertransformation und Gaborquanten unter umgekehrten Vorzeichen wiederkehrt) war, daß die abendländische Kultur auf einem ganz anderen Feld an den Takt und die pendelnde Schwingung kulturtechnisch trainiert worden war. Eine Art analog/digital (A/D)-Umwandlung von aufgespeicherter Energie in übertragene Information wurde erstmals praktiziert anhand der Unruh (Hemmung) der spätmittelalterlichen Uhrwerke. Die Klosterwelt generierte die getaktete Uhr, genauer: die Uhr mit der Hemmung, der Unruh als Mechanismus, der unter der Hand zur Sensibilisierung für Schwingungsvorgänge als abzählbaren Frequenzen führt und dann ein oszillographisches Weltbild induziert, das Fourier durch seine mathematische Analyse komplettiert. Die Motive für diesen Entwicklungssprung sind nicht exklusiv medienwissenschaftlich (als medientechnologisch) erklärbar, sondern vor dem Hintergrund von Kulturtechniken wie der religiösen Liturgie. Aber Genealogie (nach Nietzsche und Foucault) weiß, daß Dinge sich anders entwickeln, als es der Ursprung meinte. Die die Mathematisierung von Schwingungen resultiert in einer statistischen Thermodynamik; Fourier sah dem Vernehmen nach im Troß der Truppen Napoleons das Flimmern der heißen Luft über den Pyramiden bei Kairo.

Am Ende dann doch die Rückkehr der antiken Prosodie als Zahl - vom phonetischen Alphabet zur Alphanumerik als Kodierungsverfahren und zur Pulse Width Modulation für die Übertragung kodierter Information, in welcher die Länge des jeweiligen Pulses eine 1 oder eine 0 repräsentiert. Dies ist keine abendländische Kulturtechnik mehr, sondern erzeugt ein neues Wissen um Zeit. Wie korrespondiert nun die Schnelligkeit digitaler Signalverarbeitung in heutigen Computern mit der Sinnesverarbeitung von Menschen - gleichursprünglich, und damit als Mensch-Maschine-Symbiose in der Zeitphase, als Kommunikation nicht nur über den räumlichen Kanal hinweg, sondern in der Zeit selbst als Kanal? Licklider schrieb zur Zeit McLuhans den damaligen Computern zu, daß sie zwar nur wenige Prozesse gleichzeitig abarbeiten können (streng genommen nur ein Bit pro Rechenmoment) - dies aber rasend schnell. Genau diese Schnelligkeit ist es, die McLuhan als die Zeit der Elektronik faszinierte. Spätestens mit der Elektronenröhre (im Vergleich etwa zu Konrad Zuses Hochleistungsrechner mit elektro-mechanischen Relais) rückte die elektische Geschwindigkeit in den Rechner selbst. Demgegenüber - so Licklider in Fortsetzung eines Gedankens von John von Neumann - ist zwar der Mensch mit seinen Sinnen ein langsames "noisy narrow-band device" <a. a. O., S. 6>; dafür aber vermag sein Nervensystem mehrere Prozesse parallel zu prozessieren (was die Neurowissenschaften bestätigen). Inzwischen aber - ein halbes Jahrhundert nach den kolossalen Elektronenröhrenrechnern vom Typ ENIAC - vermag digitale Signalverarbeitung auch diesen strategischen Vorteil des Menschen zu simulieren und damit zu überholen.

Im 19. Jahrhundert gerinnt in Literatur und Philosophie zum spekulativen

Spielfeld, was von anderen, technischen Medien getriggert wurde: "zeitkritische" Wahrnehmung. Signalverarbeitung in Nerven von Menschen war das bevorzugte Objekt der Physiologie im 19. Jahrhunderts. Die zeitkritische Physiologie des 19. Jahrhunderts kam darauf nicht voraussetzungslos, sondern war sensibilisiert dafür durch Begriffe der romantischen oder vitalistischen Imagination (Novalis, Proust und Bergson), wo *Zeitmomente* und *Zeitdauer* zum Thema wurden. Aber nicht nur wahrnehmbar, sondern auch berechenbar waren sie erst als Funktion zeitkritischer Präzisionsinstrumente. Karl Ernst von Baer und Hermann von Helmholtz entdeckten damit neue Zeitobjekte unterhalb und oberhalb der menschlichen Wahrnehmungsschwelle.¹¹⁶ In der Akustik ist dies als Infra- und Ultraschall vertraut, also alle Frequenzen unterhalb von 16 Hz und oberhalb von 20 kHz. Die Existenz dieser Zeitbereiche kann nur mit Meßmedien festgestellt werden; umgekehrt gilt für die Synthese: Nur mit Hilfe elektrischer Einrichtungen ist es möglich, vom tiefsten noch hörbaren Ton bis zum höchsten eine gleitenden, kontinuierliche Tonreihe herzustellen.¹¹⁷ Es gibt also eine Welt der Zeit, die mit technologischen (oder besser: elektro-mathematischen) Medien selbst steht und fällt - ein neues Objekt des Wissens, von hochtechnischen Medien epistemogen hervorgebracht.

Die Physiologie hat bevorzugt Laufzeiten von Nerven zur Bestimmung von Reaktionszeiten gemessen; Claus Pias hat dies in seiner Medienarchäologie des Computerspiels als deren Möglichkeitsbedingung beschrieben. Die mechanische Trägheit des analogen Kymographen (der Wellenschreiber) hatte allerdings den Nachteil, daß die ganze Einrichtung nur langsam ablaufende Schwingungen wiedergeben kann und schnelleren Schwingungen gar nicht folgt - und so gab es (bis zur Entdeckung hochfrequenter Aufzeichnungsmedien) Zeitereignisse, die lediglich sublim am Werk waren. Hinzu kommt der Eigensinn solch mechanischer Aufzeichnungsmedien, wenn sie etwa den ihnen aufgezwungenen Schwingungen auch noch die Eigenschwingungen hineinmischen - eine Eskalation von Friedrich Nietzsches Einsicht, daß das Schreibgerät am Gedanken mitschreibt, nur diesmal nicht mehr im kognitiv-semantischen, sondern im medienarchäologischen und zeitkritischen Bereich. Der Kymograph, das zentrale Meßmedium der Physiologie im 19. Jahrhundert, wurde bald durch (fast) trägsheitslose Registriermechanismen ersetzt, etwa durch die manometrische Flamme und am Ende durch den Oszillographen, basierend auf der von Ferdinand Braun nicht zu Fernzwecken, sondern als Aufzeichnungsgerät variabler, zeitabhängiger elektrischer Größen entwickelten Elektronenstrahlröhre. Mit den Elektronen aber eröffnete sich eine weitere mikro-, jetzt nanotemporale Welt: die Welt der Quanten und ihrer

¹¹⁶ Siehe Bernhard Siegert, Das Leben zählt nicht. Natur- und Geisteswissenschaften bei Dilethey aus medienschichtlicher Sicht, in: Claus Pias (Hg.), Medien. Dreizehn Vorträge zur Medienkultur, Weimar 1999, 161-182

¹¹⁷ Ferdinand Scheminszky, Die Welt des Schalles, Salzburg 1943, 135

Energiesprünge. Wenn Aristoteles' Gleichsetzung von Zeit und Zahl mit Fourier-Analyse und Matrizenmathematik scheinbar wieder zurückkehrt, ist dies verführerisch als Geschichtsfigur einer Möbiusschleife beschreibbar¹¹⁸, doch (so lernen wir aus Hayden Whites *Metahistory*) erliegt solche historische Imagination einer rhetorischen Präfiguration. Tatsächlich liegt eine ganze epistemologische Welt dazwischen. Zeit und Zahl sind gegeneinander verrechenbar (mit Aristoteles behauptet, seit Fourier realisiert), doch nur um den Preis der Ausblendung der Zeitdimension - worauf Denis Gabor (mit seinen "acoustical quanta") und die Wavelet-Analysen antworten. Im Zeitalter der Quantenmechanik ist das Diskrete ebenso präsent wie das Stetige, auf den Punkt gebracht im Welle/Teilchen-Dualismus. Heisenbergs Quantensprünge und Schrödingers Materiewellen sind mathematisch ineinander übersetzbar, aber nicht gleichzeitig meßbar. Dies gilt ebenso für das konjugale Begriffspaar Energie und Zeit: ein Elektron wechselt seinen Energiezustand (sprunghaft) umso schneller, je mehr Energie ihm zugeführt wird. Zeit und Energie stehen also in einem radikal zeitkritischen Verhältnis. Im Quantencomputer kann mit Zeitkritik selbst gerechnet werden, sobald dieser den buchstäblichen Unterschied (*krisis*) von Null und Eins an *qbits* macht.

Zeitreihenanalyse diesseits von Geschichte

Norbert Wieners Kybernetik fehlte für die Realisierung seiner mathematischen Erkenntnis zeitkritischer Prozesse noch der ultraschnelle Computer als Medium, sie rechtzeitig zu berechnen und damit zu operationalisieren. Wiener weist in seinem vertraulichen Kriegsforschungsbericht *The extrapolation, interpolation and smoothing of stationary time series, with engineering applications* im Februar 1942 einerseits auf Zeitserien vom Typ Börsenkurse hin (die in der Gegenwart virtueller Börsenparkette in der Tat zeitkritisch werden); "in the second category of time series, typified by series of meteorological data, long runs of accurate data taken under substantially uniform external conditions are the rule"¹¹⁹. Hieraus resultiert eine direkte Schnittstelle zur Nachrichtentechnik, "the study of messages and their transmission, whether these messages be sequences of dots and dashes, as in the Morse code or the teletypewriter" (ebd.) - oder ebenso *pits* in Videodiscs und CDs, wie einst schon in den Bildsignalplatten (der *Phonovision*) von John Logie Baird zur Aufzeichnung von Ur-Fernsehen. Die technologische Relevanz der Mathematisierung von Zeitreihen gilt ebenso für "sound-wave patterns, as in the telephone or phonograph, or patterns

¹¹⁸ Etwa Friedrich Kittler, *Aphrodite. Musik und Mathematik* Bd. I/1, München 2006.

¹¹⁹ Norbert Wiener, *The extrapolation, interpolation and smoothing of stationary time series, with engineering applications*, Division 7 Report to the Services No. 19. MIT Research Project No. DIC-6037; OSRD No. 370, Massachusetts Institute of Technology, 1. Februar 1942, Typoskript S. 2

representing visual images, as in telephoto service and television"¹²⁰. So hat mit jeder Sendung elektronischer Bilder - also Bildern aus Zeit - der klassischen Zeit(philosophie) selbst die Stunde geschlagen. Martin Heidegger hat 1927 - verpflichtend für das Denken von Zeitlichkeit - die Frage nach dem Verhältnis von *Sein und Zeit* radikal gestellt - und mit seiner ontologischen Perspektive namens "Seynsgeschichte" hat er zugleich die Aufmerksamkeit für jene neuen mikrozeitlichen Objekte, die von hochtechnischen Systemen hervorgebracht und praktiziert werden, verstellt. Die medienarchäologische Perspektive widmet sich solchen Zeitreihenanalysen.

An ihren nanotemporalen Zeitweisen offenbart sich hochtechnische Existenz. Menschenseitig kommt das Gehör solch zeitkritischen Prozessen am Nächsten. Neuronale Autokorrelation akustischer Signale läßt sich mathematisch präzise modellieren, wenn es zeitkritisch und nicht lediglich spektralanalytisch gefaßt wird. Der zeitkritische Aspekt liegt hier in der Herstellung von *Gegenwart*. Wie genau die Taktungen und Zeitfenster der Medien im Verhältnis zum Rhythmus menschlicher Wahrnehmungen stehen, ist im Rahmen einer Ästhetik grob "zeitbasierter Künste" nicht mehr hinreichend zu klären und bedarf einer verschärften Erforschung. Es gibt Zeiten, die Menschen kaum, zeitkritische Medien indes höchst genau bemerken.

Makrohistorische, wissens- und wissenschaftsgeschichtliche Einsichten sind damit gegenüber der Ebene von Mikrozeitlichkeit ausdifferenzieren, die Welt kleinster chrono-kairotischer Momente. Ultrakurze Ereignisse, wie sie etwa in Projektilen verkörpert sind, können nur noch von Hochgeschwindigkeitsphotographie als kybernetisch-zeitkritische Figuration mikrozeitlichen Rückkopplung gefaßt werden: Ein Elektronenfunke belichtet die Szene für einen ultrakurzen Moment, rückgekoppelt an den Auslösemechanismus der Kamera; die ansonsten mechanischen Beschränkungen unterliegende Belichtungszeit wird damit selbst elektronisch. Wenn Walter Benjamin in seinen Thesen über den Begriff der Geschichte von "blitzhafte Konstellation" zwischen Vergangenheit und Gegenwart schreibt, wird dies in elektronischen Prozessen wirklich, und das "Nu" wird zum zeitkritischen Quant, ein temporaler Kurzschluß eher im Sinne der Elektrotechnik denn im Sinne historischer Dialektik. Die Frage nach dem Zeitkritischen stellt die traditionellen Erkenntnismöglichkeiten der *historía* also gleich mit infrage.

ZEITKRITISCHE KOMMUNIKATION AUS MEDIENTHEORETISCHER SICHT.
Signalverarbeitung in Lebewesen und Maschinen

Figur und Grund der folgenden Argumentation

¹²⁰ Wiener 1942: S. 3

Dies ist ein vertrautes Argument Fritz Heiders von 1926: Physikalische Medien ohne darin übertragene oder gespeicherte symbolisch kodierte Botschaft sind nichts. So wird der Moment der Lektüre dieses medientheoretischen Arguments selbst operativ, und der Leser aus seiner Distanz gerissen: "Die Buchstaben auf dieser Seite sind Figuren vor dem Grund der unbeschriebenen Seite. Die Figur der geometrischen Gestalt entfaltet sich vor der Leere, in welcher sie erdacht wird" <ebd.> - als sei es ein Argument Michel Foucaults. Und so schaut Medientheorie auch Fernsehen mit medienarchäologischem, nicht inhaltistischem Blick. McLuhan / Powers weisen auf die chinesische Kultur, die - so ihre Deutung - der rechten Hemisphäre im Hirn erlaubt, die linke zu führen: "Sie gebrauchen das Auge als Ohr und erzeugen dabei die scheinbar paradoxe Situation, die von Tony Schwartz in *The Responsive Chord* (Der antwortende Klang) bezüglich des Fernsehbildes beschrieben wird: 'Wenn wir fernsehen, funktionieren unsere Augen wie Ohren'."¹²¹ Folgt die neurobiologische These: "In der abendländischen Kultur ist die linke Gehirnhemisphäre die Figur vor dem Grund der rechten" (ebd.). Das Verhältnis von symbolverarbeitenden Medien und Akustik wird damit zu einem asymmetrischen. Aber Achtung, jeder zweite Satz im Umfeld McLuhans ist historisch nicht korrekt. Die Gegenlektüre an dieser Stelle ist Julian Jaynes' Analyse der Entstehung des bikameralen Bewußtseins von dem Moment an, als die direkte Einflüsterung von Seiten der Götter durch die Schriftpraxis verstummt.

McLuhan (der sich hier auf die Arbeiten des Kunstkritikers Clement Greenberg stützt) war fasziniert vom hervorstechenden Merkmal der (seinerseits) zeitgenössischen Kunst, in welcher die Materialität, die Fläche des Mediums selbst zur Aussage wird. Doch "bis zum Aufstieg des Expressionismus und des Kubismus war die Kunst des Abendlandes Sklavin der Renaissanceperspektive [...]. Sie verlangte den objektiven Beobachter" <a. a. O., 105>, beziehungsweise sie machte den Beobachter zum Subjekt dieser Blickausrichtung, etwa gestellt *durch* und *in* die Camera Obscura (so das Argument von Jonathan Crary, *Techniken des Betrachters*) und die typographische Symbolsetzungen des Buchdrucks in Kopplung mit der aus Indien über das arabische Mittelalter nach Europa überkommenen Null (der zentralperspektivisch prinzipiell infinite "Fluchtpunkt") und dem Stellenvertsystem (buchstäblich *spatium*). Erst die Mathematik eines Heinrich Lambert befreit diese Disziplinierung der geometrischen Imagination hin zur freien Perspektive.

Dem steht in der Epoche McLuhans "die neue audio-taktile Bewußtheit" gegenüber, "die heute durch unseren elektronischen Grund zugänglich gemacht wird" <ebd.>. Dieser elektronische Grund (also die medienarchäologische Grundlegung der Gegenwart) aber ist keine

¹²¹ Marshall McLuhan / Bruce R. Powers, *The Global Village. Der Weg der Mediengesellschaft in das 21. Jahrhundert*, Paderborn (Junfermann) 1995, 94

gemalte Fläche mehr, sondern ein Gewebe aus Gezeiten. *Stasis*, die räumliche Organisation von Wahrnehmungsmustern, wird von *dynamis*, mithin auf dem Parameter Zeit (*t*) operierenden Zeitfeldern, unterlaufen. Diese Zeitfelder operieren, in menschlichen Neuronen und in Medien, mit blitzhafter Geschwindigkeit.

Die Argumentation über zeitkritische (Medien-)Prozesse bedient sich einer Methode, die aus der Nachrichtentechnik vertraut ist: des Theorie-Samplings. Medienarchäologische Tiefenbohrungen tasten das Phänomen in solchen Intervallen (dichten Beschreibungen) ab, so daß es hinreichend als Zeitgestalt gefaßt werden kann.

Zum Thema: Zeitkritische Medienprozesse

Waren Medien - frei nach McLuhan - die längste Zeit schlicht mechanische oder elektro-mechanische Erweiterungen menschlicher Organe und Sinne, tritt mit der Elektronik und ihrer Mathematisierung eine neue Lage ein: Elektronische Medien sind eine Erweiterung des zentralen Nervensystems selbst. "Der Mensch - und auch sein Stolz: Phantasie, Kunst - zerfällt in Physiologie und Datenverarbeitung, die nur durch eine Medientheorie wieder zu integrieren wären" (Norbert Bolz). Dies gilt pontiert für den existentialen Schauplatz, auf dem jene Allianz von Elektronik, Physiologie und Datenverarbeitung sich als Welt treffen: zeitkritische Prozesse.

"Zeitkritik" im medienarchäologischen Sinn¹²² meint jene zeitlichen Momente, die kritisch, also im ursprünglich griechischen Wortsinn "entscheidend" für das Gelingen eines Vorgangs selbst sind - ob nun kleinste zeitliche Momente (subliminal), oder auch das (menschliche) Wahrnehmungsfenster übergreifender Natur (Jahreszeiten, Semesterzyklen).

Eine Zuspitzung des Themas "Zeitkritische Signalverarbeitung in Lebewesen und Maschinen" resultiert in der Verschränkung von Medien & Musik, insofern beide Daseinsweisen sich erst im operativen Vollzug entbergen - in Zeitweisen des Sonischen. Konkret wird dies der Fall in einem nanotechnologischen Szenario, dem Rasterkraftmikroskop. Das Atomic Force Microscope ermöglicht das Mikroskopieren atomarer Oberflächen gerade deshalb, weil es nicht mehr mit optischen Medien (Licht und Linse) operiert, sondern die betreffende Oberfläche aus atomaren Ketten mit einer auf einer Feder gelagerten Tastspitze (etwa aus Wolfram) zeilenweise überstreicht - verkehrtes TV, näher an der Praxis der phonographischen Spitze und der CD-Abtastung von Vertiefungen, oder auch ähnlich dem Überstreichen einer Saite durch den Geigenbogen. Aus dem Mittelwert von solcherart gewonnenen Daten in

¹²² Siehe Axel Volmar (Hg.), *Zeitkritische Medien*, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009

der x-, y- und z-Achse wird dann etwas errechnet, was gegenüber dem Menschen auf Interfaceebene als Bild dargestellt werden kann: "Das Bild baut sich nach und nach, zeilenweise auf dem Bildschirm auf. Doch wichtig für den Mikroskopierer ist zunächst nicht das Auge, sondern vor allem das Ohr. Denn dank einer zweifachen Verstärkung kann der Messende seiner Spitze, während sie über die Probe fährt, zuhören. Diese Geräusche sind wesentlich näher dran am Geschehen als das Bild. Man hört, wie die Nadel zeilenweise über die Probe rumpelt. Sie produziert in der Verstärkung ählich Geräusche, wie die Plattenspielnadel beim Scratchen."¹²³

Mit medientheoretischem Ohr erhört, manifestiert die akustische Versinnlichung atomarer Oberflächen (in diesem Fall eine aus Kohlenstoffatomen bestehende Probe) die privilegierte Nähe von hochtechnischen Medien und Akustik: daß beide erst im zeitlichen Vollzug in ihrem Element sind.

Diese Wesensverwandtschaft manifestiert sich auf zwei Ebenen: der konkret physiologischen und der epistemologischen. Der akustische Sinneskanal eignet sich für analytische Zwecke besser als der optische, weil er Einzelereignisse mit höherer Präzision aufzulösen vermag als der optische, also "zeitkritischer" ist. Wider den medientechnischen Nominalismus: "Wir neigen dazu, zuerst Dinge wahrzunehmen und diese dann als Träger bestimmter Prozesse anzusetzen. Das Subjekt-Objekt-Schema der indogermanischen Sprachen legt [...] die Konzentration auf Dinge nahe" <Soentgen 2006: 111>. An dieser Stelle rückt Soentgen einem Argument Heideggers nahe, indem er ausdrücklich ergänzt, "dass gerade die deutsche Sprache, die sic hier vielfach von der Altgriechischen hat inspirieren lassen" (oder gleichursprünglich zu ihr steht?), "mit ihren Infinitiven und Satznamen und Partizipien durchaus Möglichkeiten bietet, Sätze zu konstruieren, die auf Vorgänge als ganze fokussiert sind" <ebd.>. Diese prozeßorientierte Artikulation ist eher Diagramm denn Sprache. Erasmus Schöfer wies in seiner Dissertation über die Sprache Heideggers nach, daß dieser Prozesse und nicht Prozeßträger in den Vordergrund stellt.¹²⁴

Welche Materie ist es, die in dieser sonifizierten Probe eigentlich elementar erklingt? "Es handelt sich bei den üblichen STM (oder AFM)-Messungen meist um ein speziell präpariertes Silicium, das aus einem sogenannten Einkristall-Wafer (ein kompakter Silicium-Kristall) ausgeschnitten wird und das zudem noch vor der Messung hochoverhitzt

¹²³ Jens Soentgen, *Atome Sehen, Atome Hören*, in: A. Nordmann / J. Schummer / A. Schwarz (Hg.), *Nanotechnologien im Kontext*, Berlin (Akadem. Verl.ges.) 2006, 97-113 (104); Soundfile auf der Website zur Wanderausstellung *Staub - Spiegel der Umwelt* <http://www.staubausstellung.de/index.php?id=72>; Zugriff 22. Oktober 2009

¹²⁴ Erasmus Schöfer, *Die Sprache Heideggers*, Pfullingen (Günther Neske) 1962, 118-172; Hinweis Soentgen 2006: 111, Anm. 22

wird, um die Oberfläche ganz frei von etwaigen Belägen und Staub zu bekommen. In diesem Fall war es ein Stück Graphit, aber ganz sicher kein mineralisches Graphit aus dem Gebirge, sondern ebenfalls ein aufwendig bearbeitetes Präparat."¹²⁵ Denn wie in der Siliziumsproduktion von Computerchips ist es entscheidend, ein Staubkorn nicht mit dem intendierten Meßgegenstand zu verwechseln. Im Anschluß an die Nachrichtentheorie Claude Shannons, welche den Signal-Rausch-Abstand kalkulierbar gemacht hat, stellt sich zugespitzt die Frage, ob rauschfreie Kommunikation möglich ist, wenn in der Schwingungseigenschaft von Atomen selbst Rauschen angelegt ist - als Wesensmerkmal, nicht als Verunreinigung.

Zeitkritische Prozesse entscheiden über den Gesamtablauf und das Gelingen von Systemen in Physik, Elektrotechnik und Neurobiologie sowie in der Informatik. Das Zeitkritische als neues, von Medienanalyse selbst hervorgebrachtes Wissensfeld umkreist Begriffe wie Echtzeit, *time axis manipulation*, aber ebenso den Umgang mit abgespeicherter Zeit und die temporalisierte Variante des aristotelischen *metaxy*, das nicht mehr nur räumliche Dazwischen als nachrichtentechnischer Kanal, sondern auch das zeitliche Inzwischen, kleinste Intervalle.

Keine Zeitzeichen, sondern Signalanalyse

Medientheorie betreibt keine Kultursemiotik strukturaler Relationen; der Signalbegriff tritt hier vielmehr an die Stelle starrer Zeichen. Signale, physikalisch definiert als Zeitereignisse, sind ein Hauptgegenstand des medienwissenschaftlichen Blicks. Damit ist eine nach wie vor aktuelle Prämisse der Kybernetik wachgerufen, hier zitiert aus einer Schrift des Diskurstifters der Kybernetik, Norbert Wiener: "No analysis of natural science, whether it be physics or biology, is complete unless we possess a proper analysis of its appropriate time-concept."¹²⁶ Insofern Medienarchäologie als Medienwissen nicht nur in der Philosophischen, sondern ebenso in der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät gründet (und daher den *humanities* ebenso zugehört wie sie sich als *science versteht*), zieht sie die methodische Konsequenz aus dieser Einsicht. Der buchstäblich kritische Punkt ist (im Zusammenhang dieser Vorlesung) die Kategorie der Zeit, wie sie zwischen mikro- und makrotemporaler Ebene, zwischen kleinstem Moment und der umfassenden Geschichtszeit, zwischen Augenblick und Zeitinvarianz oszilliert: "We observe a temporal sequence of events, and our experiments are attempts to reproduce at various times that which we have observed at one particular time. Therefore, all the improvements

¹²⁵ Jens Soentgen, Wissenschaftlicher Leiter des Wissenschaftszentrums Umwelt an der Universität Augsburg, E-mail vom 2. November 2009

¹²⁶ Norbert Wiener, Time, Communication, and the Nervous System, in: Annals of the New York Academy of Sciences, Bd. 50, 1948/50, 197-219 (197)

and modifications which have been made in the theory of time itself are relevant in the study of all the sciences" (ebd.).

(Meß-)Mediendientheorie ist damit immer auch Zeittheorie. Sie sieht dabei zunächst, wie Wiener ausdrücklich anmerkt, vom Zeitbegriff der Relativitäts- oder gar Quantentheorie ab, wo verschränkte Teilchen buchstäblich zeitlos miteinander zu kommunizieren vermögen: "It is possible that such notions may play a decisive part in nuclear physics, but their scale is so different from that of the phenomena of macro-physics and biology, that their introduction here would simply confuse our discussion" <ebd.>. Tatsächlich verhalten sich Elementarteilchen wie Photonen, Elektronen und Ionen fundamental verschieden von den Gesetzen der klassischen Naturgesetze. Die Antwort darauf aber liegt seltsamerweise in dergleichen Zeitfigur, die Wiener selbst für den Anti-Aircraft Predictor unter Kriegsbedingungen formulierte: Blitzschnelle Extrapolation von Meßdaten zum Zweck einer statistischen Vorhersage, die von vornherein darauf verzichtet, den Anspruch einer exakten Vorausbestimmung konkreter Ereignisse macht. An die Stelle singulärer Gewißheiten und Kausalitäten (der Ereignisbegriff der Geschichte) treten Wahrscheinlichkeiten und Korrelationen.

Meßtechnisch operativ wird diese mathematische Ästhetik in der automatischen Verfolgung von menschlichen Augenbewegungen beim Lesen oder Betrachten. Diese Verfolgung setzte mit Helmholtz' Gespür für „kleinste Zeittheile“ an – und deckte eine mit zeitkritischen Meßmedien verbundene, neu implementierte und dem Zeitkritischen nahestehende Denkweise auf, ein neues epistemologisches "Ding" im abendländischen Wissenshaushalt.¹²⁷ Zugleich enthüllt sich anhand der vom meßtechnischen *eye-tracking* eine nicht manifeste, sondern sublimen Liasion von Musik & Medien: "Erst träge ZeitSchriften, dann Lichtspuren führen dazu, die hoch*rhythmischen* Augenbewegungen nicht nur in der Leseforschung, Ophthalmologie und Psychologie u. a. erörterbar zu machen, sondern diese schließlich in algorithmischer Transformation zu Klangfigur-artigen Gebilden zu komprimieren und somit als Indikatoren für Aufmerksamkeitsprozesse in der Werbewirkungsforschung zu nutzen"¹²⁸ – ein Klangbegriff, der nicht auf ausdrücklich musikalische Phänomene begrenzt ist, sondern *mousiké* ebenso meint wie in Altgriechenland der Tanz. Die hiesige Medientheorie belegt diese nicht-akustische Musik mit dem Begriff des *Sonischen*, und für den elektronischen Bereich: die *Sonik*.

¹²⁷ Grundlegend dazu: Axel Volmar (Hg.), *Zeitkritische Medien*, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009

¹²⁸ Aus dem *abstract* zum Forschungsbericht von Christopher Lorenz zu seiner Magisterarbeit *Zur Analyse des wahrlichen AugenBlicks. Das Phänomen des Eye-Tracking*, vorgetragen im Kolloquium *Medien, die wir meinen* an der Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Musikwissenschaft und Medienwissenschaft, 28. Oktober 2009

In einer Epoche, wo die Packungsdichte von Speichermedien in Digitalrechnern selbst an die atomare Grenzen stößt und damit notwendig die Tür zum alternativen Quantencomputer öffnet, liest sich die Behauptung Norbert Wieners, daß Kybernetik sich noch auf die Phänomene der klassischen Physik beschränkt, schon antiquiert. Genau hier liegt ein epistemologischer "springende Punkt": Das zeitkritische *momentum* emanzipiert sich im quantenmechanischen Bereich vom Begriff des Zeit-Punkts. Max Planck hebt hervor, daß Quantenphysik eine Kritik des materiellen Punkts als des "elementarsten Begriff<s> der klassischen Mechanik darstellt. Die bisherige zentrale Bedeutung dieses Begriffs muß grundsätzlich geopfert werden"¹²⁹. Damit wird die aristotelische Definition der Zeit als Maßzahl von Bewegung unterlaufen: "Während die klassische Physik eine räumliche Zerlegung des betrachteten physikalischen Gebildes in seine kleinsten Teile vornimmt und dadurch die Bewegungen beliebiger materieller Körper auf die Bewegungen ihrer einzelnen als unveränderlich vorausgesetzten materiellen Punkte, d. h. auf Korpuskularmechanik zurückführt, zerlegt die Quantenphysik jeden Bewegungsvorgang in die einzelnen periodischen Materiewellen, die den Eigenschwingungen und Eigenfunktionen des betreffenden Gebildes entsprechen, und führt dadurch zur Wellenmechanik" (ebd.).

Max Planck greift zur Illustration auf den Vorgang der schwingenden gespannten Saite zurück - deren punktweise oder schwingungsweise Analyse. Auf den ersten Blick handelt es sich bei Schwingungen um Kehrwerte von Frequenz, also äquivalente Analysen im Sinne Fouriers und des Sampling-Theorems. "In Wirklichkeit aber schließen sich diese beiden Verfahrensweisen aus."¹³⁰ Denn um die Lage eines bestimmten Punktes zu bestimmen, so Planck weiter, würden [...] unendlich kleine Wellenlängen, also unendlich große Impulse notwendig sein"¹³¹ - mithin Dirac-Impulse.

***Chrono-stoicheia*: Vermessung von Leben in kleinsten Zeiteinheiten**

Gottfried Wilhelm Leibniz analysierte die Welt in seiner Spekulation *Apokatastasis panton* als eine berechenbare, insofern sie eine aufgezeichnete, also in diskreten Symbolen notierte ist. 1936 weist Alan M. Turing nach, daß eine Maschine alles berechnen kann, was im Bereich berechenbarer Zahlen (also im Reich des Digitalen) liegt. Wenige Jahre

¹²⁹ Max Planck, Das Weltbild der neuen Physik [*xxx], in: ders., Vorträge und Erinnerungen, 5. Aufl. Stuttgart (Hirzel) 1949, 206-227 (214 ff.); hier zitiert nach: Edgar Wind, Das Experiment und die Metaphysik, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 2001, 163

¹³⁰ Wind 2001: 163

¹³¹ Max Planck, zitiert nach: Wind 2001: 164

später kommt diese Theorie in Bletchley Park deshalb als real gebauter Computer zum Zug, weil die Dechiffrierung verschlüsselter deutscher Wehrmachtskommunikation zu einer zeitkritischen Frage wird, denn bekanntlich "ist der menschliche Verstand nicht in der Lage, die fast unendlichen Möglichkeiten, die im Enigma-System stecken, mit ausreichender Geschwindigkeit zu beurteilen"¹³²; Aufgabe von *The Bomb* war es in den Worten ihres (Mit-)Konstruktors Harold Keen (von der britischen Tabulating Company - in Tradition der Lochkartentechnik), den elektrischen Stromkreisen der Enigma Paroli zu bieten (zitiert ebd.). Ihr Geheimnis lag in der inneren Verdrahtung der Enigma-Walzen, die *The Bomb* elektromechanisch nachzuahmen versuchte. Emulation oder Simulation? Es reichte nicht, "die Enigma bloß zu simulieren und alle möglichen Einstellungen für eine Meldung auszuprobieren, weil sogar heute noch keine Maschine in der Lage ist, in einer vernünftigen Zeit die 310^8 möglichen Einstellungen zu durchlaufen", kommentiert der Mathematiker I. J. Good (zitiert ebd.). Zeit ist hier entscheidend, um die Maschine zum Ereignis werden zu lassen; die Konsequenz lag im Fall der Entzifferungstechniker von Bletchley Park in der Entwicklung eines vollelektronischen, teilprogrammierbaren, digitalen Computers namens *Colossus*.

In der aktuellen Epoche werden Bild- und Klanganalyse durch bild- und klanggebende Verfahren (*imaging science*, Synthesizer) zeitbasierter (*time-based*) Künste um ihrerseits zeitbasierende Prozesse erweitert. Ein dezidiertes Kriterium zur Abgrenzung sogenannter Neuer Medien von den alten ist die Rolle, die minimalste Zeitmomente als Parameter der Datenverarbeitung darin spielen. Zum einen leistet die Digitaltechnik das, was bislang nur für die Einzelmedien gelang: eine Standardisierung in Steuerung und Übertragung. Digitalisierung praktiziert nicht die Übersetzung stetiger Eingangsdaten in stetige Funktionen (was die analogen Medien tun), sondern auf numerischer Basis die diskrete Abtastungen zu möglichst gleichabständigen Zeitpunkten. Die 24 Filmbildaufnahmen pro Sekunde oder das Fernsehen hatten es eintrainiert <Kittler 1993: 185>. Hier kommt also ein zeitkritisches Element ins Spiel, entscheidender, als es für das (ebenfalls diskrete) alphabetische Schreiben und Auslesen je der Fall war.

Die menschliche Netzhautträgheit läßt jeden optischen Eindruck auf der Retina für 1/16 Sekunde verweilen. Was bereits 150 n. Chr. durch Ptolemäus von Alexandria beschrieben war, wurde erst 1832 durch das Phenakistiskop (das "Lebensrad"), einem stroboskopischen Gerät zur Animation gezeichneter Bilder, bewegungstechnisch eingeholt und später kombiniert mit der Laterna magica zur kinematographischen Projektion. Die technische Bedingung für Eadweard Muybridges Serienphotographien war nicht minder zeitkritisch und heißt daher

¹³² Ronald Lewin, Entschied ULTRA den Krieg? Alliierte Funkaufklärung im 2. Weltkrieg, Koblenz / Bonn (wehr & wissen) 1981, xxx 130?

zurecht Chronophotographie; ein galoppierendes Pferd löst erst 12, dann 24 nacheinander geordnete Kameraaufnahmen aus. Aus "The Horse in Motion" wird dann Kino.

Um noch viel hochfrequenter wird das Sehen mit Nipkows Patent von 1884, also Zergliederung, Abstastung und Wiederaufbau eines Bildes mittels einer spiralförmig perforierten Scheibe. Dieser Prozeß wiederholt sich mindestens 16, heute 25mal pro Sekunde, "sodaß der Betrachter nicht merkt, daß er es nicht mit Echtzeitbildern, sondern mit Bildteilen zu tun hat, die sequentiell zusammengefügt werden" <Hiebel 1997: 24>. Die Wirksamkeit technischer Medien beginnt also, wo die Zeitauflösung menschlicher Nerven endet¹³³ - der medienarchäologische Moment des Übergangs. Hermann Helmholtz ahnte es, als er "Über die Methoden kleinste Zeittheile zu messen und ihre Anwendung für physiologische Zwecke" schrieb.¹³⁴ Nicht Darstellungs-, sondern Meßmedien entdecken im 19. Jahrhundert eine Welt, in der kleinste zeitliche Prozesse eine für die Wahrnehmung entscheidende Rolle spielen, ohne selbst als solche wahrgenommen zu werden - eine zeitbezogene Variante des blinden Flecks, eine Welt der *pétits perceptions* (Leibniz). Medientechnik heißt hier Präzisionsmechanik - ein Meßakt, bei dem sich der Mensch nicht mehr wie seit Kant zum empirisch-transzendenten Objekt einer Selbst-, sondern einer maschinellen Fremdbeobachtung macht.¹³⁵ Geistes- und Naturwissenschaften konvergieren hier nicht in einer Anthropologie, sondern in der Praxis von Ingenieuren und Mathematikern.

Samuel Butler, Verfasser des (auch für McLuhans Medientheorie prägenden) technikutopischen Romans *Erewhon*, antwortet in seiner Monographie *Unconscious Memory* auf Herings physikalische Begründung zerebraler Gedächtnistätigkeit mit "the astonishing truths which modern optical inquiries have disclosed, which teach that every point of a medium through which a ray of light passes is affected with a succession of periodical movements, recurring regularly at equal intervals, no less than five hundred millions of millions of times in a second; that is by such movements communicated to the nerves of our eyes that we see [...]. Yet the mind that is capable of such stupendous computations as these so long as it knows nothing about them, makes no little fuss about the conscious adding together of such almost inconceivably minute numbers."¹³⁶ Hier ist für optische Signalverarbeitung ausdrücklich die Rede von *computations*, wie auch als Erkenntnis der Verarbeitung akustischer Signale im menschlichen Ohr gilt, daß es offenbar in Fourier-Analysen rechnet. Fortan gilt (und bei Heinz von Foerster ausdrücklich) eine Behandlung physiologischer Phänomene "in mathematischem

¹³³ Friedrich Kittler, Am Ende der Schriftkultur, in: xxx, 289-300 (293)

¹³⁴ In: Königsberger naturwissenschaftliche Unterhaltungen 2 (1851), 169-189

¹³⁵ Siehe auch Martin Heidegger, Unterwegs zur Sprache, Pfullingen (7. Aufl.) 1982, 25

¹³⁶ Samuel Butler, Unconscious Memory, London / New York 1924, 65f

Geiste", d. h. als Untersuchung der Korrelation veränderlicher Größen.¹³⁷ Diese Berechenbarkeit zeitkritischer Prozesse steht am Ursprung einer Epistemologie des Computers in der uns vorliegenden Form. Hier ist die Relation von Zahl und Zeit entscheidend, deren ästhetisches Phänomen (also ein Kanal, der auf Wahrnehmungsebene solche Analysen für menschliche Sinne erlaubt) privilegiert die Akustik ist. Nicht von ungefähr schreibt der Videokunsttechniker Bill Viola unter Verweis auf das grammophone Modell optischer Bildpunkte vom "Klang der Einzeilen-Abtastung".¹³⁸ So werden logisch-maschinale Prozesse sinnlich faßbar.

Was die graphische Methode im 19. Jahrhundert epistemologisch bewirkte und in Analogie zu physikalischen Prozessen nach sich zog, resultierte in der kybernetischen Äquivalenz von Mensch und Maschine. Parallel dazu wird eine genuin mathematisierte graphische Methode entwickelt, der Analogcomputer namens *Differential Analyser* Vannevar Bushs. Seit 1920 wird in Cambridge, Massachusetts, an dieser Maschine zur mechanischen Integration gewöhnlicher Differentialgleichungen gebaut.¹³⁹ "An Helmholtz' Froschzeichenmaschine ließ sich statt eines Froschmuskels auch eine Feder hängen, und die Wellenbewegung eines kontrahierenden Muskels ließ sich mit dem Verhalten einer Flüssigkeit in einem elastischen Schlauch vergleichen."¹⁴⁰ Doch verbleibt von der graphischen Methode bis hin zum analogen Computer das Problem der Genauigkeit; eine Differenz zwischen der mathematischen Berechnung von Funktionen und den graphischen Meßergebnissen tut sich auf, mithin die ganze Welt zwischen *analog* und *digital*, auf die auch Heinz Förster in seiner Abhandlung über das *Gedächtnis. Eine quantenmechanische Untersuchung* 1948 verweist. Das Ideal der "mechanischen Objektivität" sieht über Meßungenauigkeiten tolerant hinweg¹⁴¹; im zeitkritischen Bereich intelligenter Waffen kann diese Toleranz tödlich sein.

Erzählungen vom Menschen setzen immer dort ein, wo die Zählbarkeit seiner Daten sich seiner Wahrnehmung entzieht und an Meßinstrumente deligiert wird - eine medienanthropologische Spaltung. Einsichtig werden solche Signalverarbeitungsprozesse im Mikrosekundenbereich nur noch über den Umweg von messender Kinematographie, etwa den myographischen Kurven aus Helmholtz' Versuchen zur Bestimmung der

¹³⁷ Adolf Fick in der Einleitung zu: Die medizinische Physik, 2. Aufl. 1866, in: ders., Gesammelte Schriften, Bd. 2, Würzburg 1903, 4

¹³⁸ Bill Viola, Der Klang der Ein-Zeilen-Abtastung, in: Theaterschrift 4: The Inner Side of Silence, Brüssel (September 1993), 16-54; urspr. publiziert in: Dan Lander / Micah Lexier (Hg.), Sound by Artists, Art Metropole & Walter Phillips Gallery, Canada, 1990

¹³⁹ Dazu Fr. A. Willers, Mathematische Maschinen und Instrumente, Berlin (Akademie-Verlag) 1951, Kap. VIII "Differentialgleichungsmaschinen", 262ff

¹⁴⁰ De Chadarevian 1993: 4, unter Bezug auf: Letters of Hermann von Helmholtz to His Wife, 1847-1857, hg. v. R. L. Kremer, Stuttgart 1990, 42ff

¹⁴¹ Dazu Lorraine Daston / Peter Galison, The image of objectivity, in: Representations 37 (1992), 67-106

Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nervenreizungen.¹⁴² Helmholtz schreibt von zeitschreibenden Maschinen als "Mikroskopien der Zeit" oder "Chronographen" <de Chadarevian 1993, 38>.

"A tenth of a second signifies [...] the threshold separating Humanities from the Sciences or experience from measurement. Life does not count, or: it does count only insofar as it does not count. [...] That way Dilthey's definition of the Humanities means [...] a transformation of Helmholtz's threshold of perception into an architectural and institutional threshold between faculties. But since operating below the differential thresholds of sensual physiology counts to the possibility conditions of technical media – of film i. e. – the historical apriori of the Humanities is at the same time the physiological apriori or technical media. The empire of media are the blind spot of the Humanities. Unaccessible to experience and thereby to understanding in history is, according to Dilthey, the real or what only media can register or what only exists in writing but not in narration: the „noise of the battles, the formation of the enemy armies, the effects of their artillery, the terrain's influence on the victory."¹⁴³

Wilhelm Dilthey konzedierte eine unerzählbare, allein durch technische (messende, experimentelle) Medien zu registrierende Arbeit des Realen, die den narrativen Aufschreibemöglichkeiten der Historie (und damit der Geschichte) entgeht: Schlachtlärm zum Beispiel, non-diskursiver Tumult also.¹⁴⁴

Die ausdrücklich *sogenannten* Lebenserscheinungen lösen sich buchstäblich in Messung auf, transitiv. Du Bois-Reymond resümiert in seiner Rede zur Eröffnung des Physiologischen Instituts in Berlin am 6. November 1877: "Die Auffassung der Größe sogenannter Lebenserscheinungen als Funktion von Variablen und die sozusagen leibhaftige Aufzeichnung ihres Verlaufes in Curven, verbanden sich zu ganz neuer Behandlung alter Aufgaben."¹⁴⁵ Medienarchäologie schlägt hier aus der wissenschaftsgeschichtlichen Erforschung solcher

¹⁴² Soraya de Chadarevian, Die "Methode der Kurven" in der Physiologie zwischen 1850 und 1900, in: Hans-Jörg Rheinberger / Michael Hagner (Hg.), Die Experimentalisierung des Lebens. EDxperimentalsysteme in den biologischen Wissenschaften 1850/1950, Berlin (Akad. Verl.) 1993, 28-49 (41)

¹⁴³ Bernhard Siegert, Life does not count. Technological conditions of the bifurcation between Sciences and Humanities around 1900 (especially Dilthey), Vortrag (Typoskript) auf der Sommerakademie der Rathenau-Stiftung für Wissenschaftsgeschichte Berlin (Juli 1994); dt.: Das Leben zählt nicht. Natur- und Geisteswissenschaften bei Dilthey aus mediengeschichtlicher Sicht, in: Medien. Dreizehn Vorträge zur Medienkultur, hg. v. Claus Pias, Weimar (VDG) 1999, 161-182

¹⁴⁴ Siehe Wilhelm Dilthey, Die Abgrenzung der Geisteswissenschaften. Zweite Fassung, in: Gesammelte Schriften VII, Stuttgart / Göttingen 8. Aufl. 1992, 311

¹⁴⁵ Der Physiologische Unterricht sonst und jetzt, in: ders., Reden, Bd. 2, Leipzig 1887, 359-383 (366)

Verhältnisse um in Leistungen, zu denen allein die Apparaturen fähig sind.

Étienne-Jules Marey verglich zwar die Arbeit der Physiologen, der sich der neuen graphischen Aufzeichnungsautomaten bedient, mit der Arbeit des Archäologen, der die Spuren vergangener Kulturen entziffert, doch sinnvolle Einschreibungen werden sie erst *durch* die Arbeit des Archäologen, „der sie als solche entziffert, sammelt, vergleicht, katalogisiert und ihnen damit allererst Bedeutung verleiht“, als Inskription der Aufzeichnung des Realen (Rauschen) in die Ordnung des Symbolischen (die symbolische Ordnung).¹⁴⁶

Erst dann, wenn die Sinnesdaten nicht mehr nur von menschlichen Nerven komputiert werden, sondern diese Komputation konsequent an Rechenmaschinen deligiert wird, erschöpft sich die graphische Methode zugunsten des Computers. Als der Dadaist Raoul Hausmann sein Optophon entwickelt, greift er auf das Photographophon des Berliner Physikers Ernst Ruhmer zurück, der 1901 an der Technischen Hochschule ein Verfahren zur Speicherung von Sprachsignalen in Lichtspuren (und umgekehrt) entwickelte und unter anderem Blinden das Lesen gedruckter Texte *via* Ton erlaubt. Das Optophon ließ die induzierten Lichterscheinungen mittels einer Selenzelle durch eine in die Leitung zugeschaltete Hörmuschel in Töne umwandeln (und umgekehrt); so verfügte die Apparatur "über die Fähigkeit, jeder optischen Erscheinung ihre Schall-Äquivalente zu zeigen [...], da das Licht schwingende Elektrizität und auch der Schall schwingende Elektrizität ist", schreibt Hausmann 1922.¹⁴⁷ Es kommt zwar zu Kontakten mit den drei Erfindern der Triergon-Gruppe für Verfahren des filmischen Lichttons, doch 1927 lernt Hausmann den Ingenieur Daniel Broido von der AEG in Berlin kennen, der ihm vorschlägt, das Optophon zu einer Rechenmaschine umzubauen. Nach ihrer Emigration wurde ihnen am 25. September 1934 tatsächlich ein englisches Patent Nr. 446.338 *Improvements in and relating to Calculating Apparatus. Device to transform numbers on photoelectric Basis* erteilt.¹⁴⁸ Die Loslösung des opto-akustischen Verfahrens von den menschlichen Sinnen, eine medienarchäologische Anschauungskrise zugunsten der Mathematik ist hier eine vollständige.¹⁴⁹

¹⁴⁶ Soraya de Chadarevian, Die „Methode der Kurven“ in der Physiologie, 45, unter Bezug auf: E.-J. Marey, *Du mouvement dans les fonctions de la vie*, Paris 1868, 24

¹⁴⁷ Zitiert nach: Karin von Maur 1985, *Vom Klang der Bilder. Die Musik in der Kunst des 20. Jahrhunderts*, München 1985, 140

¹⁴⁸ Abdruck der Patentschrift in: Michael Erlhoff, Raoul Hausmann, *Dadasoph*, Hannover 1982, 298-311; dazu Daniel Gethmann, *Zwischen Optophonie und Phonovision. Die technische und künstlerische Synthese von Ton- und Bildspeicherung als Vorgeschichte der Videotechnik*, in: Ralf Adelman / Hilde Hoffmann / Rolf F. Nohr (Hg.), *REC - Video als mediales Phänomen*, Weimar (VDG) 2002, 147-164 (157ff)

¹⁴⁹ Abbildung der Patentschrift in: Gethmann 2002: 160, Abb. 11

Zwischenspiel: "Vision into sound and sound back into vision": Bairds *Phonovision*

Technische Medien sind nicht nur Gegenstand von medienarchäologischer Forschung, sondern zuweilen auch ihrerseits medienaktive Archäologen akustischen und visuellen Wissens. John Logie Bairds frühe Fernsehentwicklung resultierte in einer Form von *techno-archaischer* Videoaufzeichnung frühester Fernsehbilder in England. Donald McLean beschreibt in seinem Buch mit dem doppelsinnigen Titel *Restoring Baird's Image*, wie jüngst auf wundersame Weise aus Plattenrillen vom Ende der 1920er Jahre bewegte Fernsehbilder ausgelesen werden konnten.¹⁵⁰ Ein erster Blick auf das, was kulturell gemeinhin als Tonträger gedeutet wird, nämlich Platten mit einer Abspielgeschwindigkeit von 78 Umdrehungen/Sek., erhalten im Archiv der BBC in London (dem Ausstrahlungsort von Bairds ersten Fernseh-testsendungen), läßt nicht vermuten, daß es sich hier nicht um Ton-, sondern Fernsehbilddokumente handelt. Die handschriftliche Notiz auf dem papierenen Label einer solcher Platte im Archiv der Royal Television Society, die Baird seinerzeit als Schenkung vermachte, weist die Spur: "Baird Phonovision Record, Made in 1928. Shows Man's head in motion". Ein dadurch angeleiteter Blick auf die schiere Konfiguration der Rillen und ihrer Vertiefungen läßt nun in der Zeit ein (bild?)rhythmisches, zeilenförmig figuriertes Muster erkennen.¹⁵¹ Von einem Grammophon über Schalltrichter abgespielt, kommt es dabei zu einem unvermeidlichen Mißverständnis, denn die Signale wollen nicht nur gehört, sondern gesehen werden. Damit zur medienarchäologischen Urszene der Wiederbelebung frühester Fernsehbilder, datiert auf Anfang 1981. Donald McLean erinnert sich: "I had borrowed a documentary on audio LP disc from Harrow library. It was a light-hearted history of television narrated by the comedian, John Bird, and called "We seem to have lost the Picture". [...] it included something utterly fascinating. At one point, Bird introduces a strange sound, describing it as "Baird's brain-damaging buzz-saw". Sounding more like a swarm of angry bees, this was supposedly a recording of the vision signal from Baird's original 30-line television system. Finding this fragment was timely: I had just completed building the software to capture audio into my home-built computer and here was something to work on."¹⁵²

So kontingent ist hochtechnische Experimentalkultur. Entscheidend war, daß McLean die vom "Ton"abnehmer in elektromagnetische

¹⁵⁰ Donald F. McLean, *Restoring Baird's Image*, London (The Institution of Electrical Engineers) 2000. Siehe <http://www.tvdawn.com/recordng.htm>, sowie: <http://www.tvdawn.com/tvimage.htm>

¹⁵¹ Abbildung in: McLean 2000: 64; Signatur RWT620-11, datiert: 10. Januar 1928

¹⁵² McLean 2000: xvi

Wechselspannungen verwandelten Signale der Phonovisions-Platten nicht verstärkt wie gewohnt an einen Lautsprecher, sondern ein Oszilloskop weitergab. Ende 1981 geschieht dann die medienarchäologische Epiphanie an seinem heimischen Meßplatz: "The green flicker of the oscilloscope trace was difficult to decipher. I was looking at what was supposed to be a video signal. I could see that the waveform repeated in a slowly changing pattern every 80 milliseconds, and another pattern repeated within it. This was undoubtedly a signal from out of history: a 30-line television signal with a picture rate of 12 1/2 per second."¹⁵³

Was sich hier offenbart ist das Bild in seinem medientechnischen, nicht ikonologischen Wesen.

Bairds *Phonovision*-Patent vom Oktober 1926 zur Aufzeichnung von Fernsehbildern sah einen buchstäblich audio-visuellen Stereomodus vor, in dem (einmal mehr) das Auditive und das Visuelle nicht ineinander übergehen, sondern strikt differenziert sind: Tiefenschrift für das Video- und Seitenschrift für das Audio-Signal, in zwei separierten Rillen.¹⁵⁴ Nicht vom Tonabnehmer in Akustik verwandelt, sondern im medienanalytischen, hier konkret meßtechnischen Blick, nämlich im Direktanschluß an ein Oszilloskop, enthüllt sich das Wesen dieser Aufzeichnung: Schemenhaft deuten sich figurative Schatten an und suggerieren optisch das 30zeilige *line-by-line*-Fernsehen.

Hier wird ein theoretischer Text des Videokünstlers Bill Viola wachgerufen¹⁵⁵, der das elektronische Bild einmal als den "Klang der Einzeilen-Abtastung" definierte und damit (unwillkürlich?) die phonograpische Bildaufzeichnungsmethode John Logie Bairds, nämlich seine sogenannten *Phonovision*-Platten, beschreibt (wie es in Form der analogen Bildplattenspieler von TELDEC / Telefunken in den frühen 1970er Jahren noch einmal eine Renaissance erlebte).

Douglas Pitt von der britischen Narrow Bandwidth Television Association sandte dem um eine digitale Restauration solcher Phonovision-Bilder bemühten Donald McLean, der dort ein verbliebenes Exemplar solcher Bildplatten vermutete, auf Anfrage zunächst ein Audiotape mit dem, was angeblich Aufzeichnungen des 30-zeiligen Fernsehens aus der Zeit Bairds waren: "He was enthusiastic about what the computer processing might achieve. The tape contained three recordings, one of which was supposedly of a woman smoking a cigarette. Despite my rudimentary processing, the woman was difficult to make out, though there was a white line apparently hanging down from her mouth. Could this be the

¹⁵³ McLean 2000: xvii

¹⁵⁴ Abbildung in McLean 2000: 71

¹⁵⁵ Bill Viola, Der Klang der Ein-Zeilen-Abtastung, in: Theaterschrift 4: The Inner Side of Silence, Brüssel (September 1993), 16-54; urspr. publiziert in: Dan Lander / Micah Lexier (Hg.), Sound by Artists, Art Metropole & Walter Phillips Gallery, Canada, 1990

cigarette?"¹⁵⁶ An dieser Stelle kommt die medienepistemische Differenz zwischen analoger und digitaler Elektronik ins Spiel. Das Bildsignal ist wankelmütig (*fickle*), sobald es auf analogem Videomagnetband aufgezeichnet wird - "especially when, like these 30-line recordings, it was recorded directly without processing. It could well have been that the copying process had distorted the video signal" (ebd.) so daß sich McLean auf die buchstäbliche Spur von Originalbildplatten konzentriert, um sie direkt abtasten zu können. *Sample-and-hold* meint hier zunächst die zeitdiskrete Abtastung analoger Signale, um sie dann einer Quantifizierung, also dem Digitalen zuführen zu können, mit dem Zweck "to transcribe them in a controlled fashion" (ebd.). Die medienarchäologische Praxis heißt in diesem Zusammenhang Transformation der elektromechanischen Signale in binär kodierte Information. So werden sie mit mathematischer Intelligenz (also algorithmisch) berechenbar und lassen sich durch Digital-Analog-Konversion wieder als Bild sichten. Was der "Ton"Abnehmer (*pick-up*) aus den Rillen der Platte in elektromagnetische Signale verwandelt, wird erst durch Abtastung im nachrichtentechnischen Sinne berechenbar; Sampling als *terminus technicus* markiert damit eine Eskalation gegenüber Violas sonischem Begriff der analogen "Einzeilenabtastung". Was hier aufblitzt, ist der Kern dessen, was sich hinter dem Begriff "Digitalisieren" verbirgt und dann auch Optionen der Korrektur defekter historischer Film- oder eben auch Videoaufnahmen *off-line* erlaubt:

"Sampling the smoothly varying signal is just that - capturing the value of the voltage at regular intervals. The frequency at which we sample the signal has to be sufficiently high to collect enough samples to build up a picture. Too few samples and we miss information; too many and we waste memory storage."¹⁵⁷

Entscheidend ist an diesem Punkt die sogenannte Nyquist-Frequenz: "The frequency for sampling a signal should be a minimum of at least twice the maximum frequency within that signal" (ebd.), um eine *signaltreue* Rekonstruktion des Signalereignisses zu ermöglichen.

Sampling ereignet sich im technischen Modus des *sample-and-hold*-Moduls, also der ultrakurzen Zwischenspeicherung momentan abgetasteter Werte. Das zeitkritische Mikrointervall wird hier operativ: "Taking samples of the voltage at regular intervals gives us a sequence of stable voltage values that we feed to the converter hardware. Each stable voltage value is converted into a number, represented in binary notation to reflect the hardware implementation. The scale of these numbers is adjusted so that the extreme numeric range represents the extreme range of brightness values. For an 8-bit wide binary number, those extremes are 0 to 255, equivalent in binary notation to 00000000

¹⁵⁶ McLean 2000: 60

¹⁵⁷ McLean 2000: 108

and 11111111 respectively" (ebd.)- die digitale Bandbreite von Grauwerten.

Fehlerquellen im Falle von Bairds Phonovision-Plattenaufzeichnung liegen vor allem in der Phase und der Frequenz des Signals. Technisch faßbar werden sie mit Hilfe der Fourieranalyse - eine mathematische Technik, die eine komplexe Wellenform (sofern sie periodisch ist) in ihre einzelnen sinuidalen Wellenkomponenten aufzulösen. "Any complex waveform is made up from component sine waves (the harmonics) all with different features. Those features are amplitude, or the relative sizes of the sine waves, frequency, or how rapidly each of the sine waves change, and phase, or where each of the sine waves start in their cycle at the beginning of the waveform."¹⁵⁸

Aus der Analyse in Synthese verwandelt (das Geheimnis des Massenmedienwerdens aller vormaligen Meßmedien wie Phonograph, Kinematograph und bildröhrenbasiertem, mithin oszilloskopischen Fernsehen), nistet hier auch die elektrophysikalische Realität des binären Codes: "We can create a simple square wave by adding the component parts - the odd harmonics - together in appropriate fractions. [...] The perfect square wave includes an infinite sequence of harmonics. In reality, any electrical system, whether it is an amplifier or even just a length of cable, has upper and lower limits on its frequency response" (ebd.).

McLean beschreibt die wundersame Metamorphose von Signalen zu Information: "The stream of numbers is created into a list of values that are stored in the computer as a data file holding the raw, unprocessed data. The signal is now digital and is the starting point for digital signal and image processing" <ebd.>. "Line by line, the correction values plot out the profile of errors in the signal's timing."¹⁵⁹

In diesem Moment ist Medienarchäologie nicht mehr nur eine Methode menschlicher Medienwissenschaft, sondern (analoge) Medien werden (digitale) Medien erkannt, und der Computer mithin wird selbst zum Archäologen von Medienereignissen: "If it were not for computer technology, Baird's grammophone videodiscs would continue to be curiosities that merely hinted of a time before television as we know it. Their latent images would remain unseen and the information imbedded in them would still be completely unknown."¹⁶⁰

Dies ist wahrhaft medienarchäologisch gedacht, formuliert und argumentiert - eine um Informatik bereicherte Heideggersche *aletheia*. McLean widersteht (anders übrigens als Sigmund Freud in seiner

¹⁵⁸ McLean 2000: 119

¹⁵⁹ McLean 2000: 93

¹⁶⁰ McLean 2000

Beschreibung der psychoanalytischen Erforschung des Unbewußten) der Metaphorik der Klassischen Archäologie als Grabungswissenschaft: "Unlike traditional archaeology, the artefacts are not embedded in layers of history but have existed in both private and public collections, largely ignored as curiosities"¹⁶¹; Medienzeit ist eine Latenzzeit. Von daher ist Bairds *Phonovision* auch kein "dead medium" (im Sinne Bruce Sterlings), sondern ein Aggregat, das seines medientechnischen Vollzugs, mithin: seiner Mediumwerdung harrt - eine temporale Existenzform, die mit dem technologischen Akt der Induktion selbst zusammenfällt.

Die Sonifikation des elektronischen Bildes war für Baird ein analytisches Werkzeug. Im Zusammenhang seiner Versuche, die Luminosität seiner frühen Fernsehbilder senderseitig zu verstärken, berichtet er: "In testing out the amplifiers I used to use headphones and listened to the noise of the visio signal made. I became very expert in this and could even tell roughly what was being televised by the sound it made. I knew, for example, whether it was the dummy's head or a human face. I could tell when the person moved, I could distinguish a hand from a pair of scissors of a matchbox, and even when two or three people had different appearances I could even tell one from the other by the sound of their faces. I got a gramophone record made of these sounds and found that by laying this with an electrical pick-up, and feeding the signal back to a television receiver I could reproduce the original scene. [...] If the cinema had never been invented the 'Phonovisor', as I christened the device, might have been / worth developing; it was certainly an intriguing process. Vision into sound and sound back into vision"¹⁶² - eine raumzeitliche Hybridisierung von Lessings 1766er *Laokoon*-Theorem. Bindestrichbegriffe wie "audiovisuelle" Medien zerbrechen hier in raumzeitlicher Hinsicht; Zeit bricht (in) das Bild. "The mental leap here is thinking of the flat two-dimensional picture, in space, converted to a one-dimensional electrical signal, varying in time" <McLean 2000: 96>. Klang kann zum Bild in dem Moment werden, wo das Bild (im Unterschied zu seiner vorherigen Kunstgeschichte) in seiner elektromechanischen induzierten Existenz (ergänzend zu den Raumkoordinaten x,y) auch zur Funktion von Zeit wird, und damit den wesentlichen Parameter sonischer Ereignisse teilt, mithin: seine Medienzeit.

Und doch gilt für Medienarchäologie im Zeitalter hochtechnischer, also alphanumerisch algorithmisierter Medien, daß erst durch buchstäblich intermediäre Anwendung spezieller Filter-Software, also die digitale Prozessierung trunkierter und verrauschter Signale, die originale "grammophone" Aufnahme "restored" (McLean) werden konnte. Handelt es sich hier, genau betrachtet, um eine Wiederherstellung des Bildes, um seine Restauration oder seine Rekonstruktion? Denn es ist nicht die

¹⁶¹ McLean 2000: xvi

¹⁶² Television and Me. The Memoirs of John Logie Baird, hrsg. v. Malcolm Baird, Edinburgh (mercatpress) 2004, 64 f.

ursprüngliche Aufnahme, die wiedergespielt wird (*re-play*), sondern eine Wiederaufführung¹⁶³ im medienperformativen Sinne (interfaceseitig), und im medienoperativen Sinne (medienseitig), um ein *re-enactment* als Information.

Eine ähnlich medienaktive Archäologie wie im Verfahren von *Restoring Baird's Image* gilt - unter umgekehrten Vorzeichen - für eine Medienarchäologie akustischer und sonischer Artefakte durch sehende Maschinen (was zu einem anderen Verständnis des Begriffs vom "audiovisuellen Archiv" führt).

"Message or bruit?" (Michel Foucault). Heute erlaubt das opto-taktile Auslesen von frühen Edisonzylindern die zerstörungsfreie (weil non-invasive) Wiedererhörnung von vormals (aus konservatorischen Gründen) weitgehend unabspielbaren, also dem Ohr unzugänglichen Klangaufzeichnungen. Ein durch digitale Filter aufbereiteter Datenstrom, einsichtig im *close reading* von Klang als Spektralanalyse, löst jede sonische Semantik allerdings in kleinste diskrete, an sich bedeutungslose Blöcke auf - der analytische, media-archäologische Blick, *decoding & deciphering* im Meßakt.¹⁶⁴

Faßbar wurde *The Physical Value of Sound* in der Installation von Yuri Suzuki auf der Ars Electronica in Linz (September) 2009: Experimentalanordnungen zur Erprobung von Klang aus Plattenrillen, explizit basiert auf der Manipulierbarkeit von Schallplatten im Zeitbereich (Abspielgeschwindigkeit) und der elektro-mechanischen Tonabnehmer (*pick-ups*) durch ihren dem Zeitzug des *groove* zuwiderlaufenden Einsatz.¹⁶⁵

Zeitkritische Bilder aus dem elektromechanischen Medium: der *Televisor*

Das National Media Museum im englische Bradford zeigt (neben der Geschichte von Photographie und Kinematographie, inklusive Techniken der Animation, die sich im Trickfilms medienarchäologisch gleichursprünglich zur Kinematographie selbst ereigneten) in einer prominenten Abteilung die technische Genealogie und das Programmgedächtnis von Fernsehen. In einer (verglichen mit dem kinematographischen Bewegtbildeffekt) potenzierten Form ist das zeitkritische Gelingen für Bildereignisse als Fernsehen medienarchäologisch essentiell. Zwischen Kino und Fernsehen aber steht die schiere Elektrizität. Eines der Originale im National Media Museum ist

¹⁶³ Zu diesem Begriff siehe den Beitrag von Martin Gfeller, xxx, in: Irene Schubiger (Hg.), Schweizer Videokunst xxx

¹⁶⁴ "Spektrogramm einer rekonstruierten Tonaufnahme (Wedda-Gesang, Ceylon 1907)", <http://www.gfai.de/projekte/spubito/index.htm>

¹⁶⁵ Siehe www.yurisuzuki.com

John Logie Bairds *Televisor*, der - namentlich ebenso bekannt als Überwachungsmedium in George Orwells düsterem Zukunftsroman *1984* - nicht schlicht einen fiktiven Wandbildmonitor darstellt, sondern als Kopplung von Fernsehbildübertragung und Kinoleinwand tatsächlich so in England entwickelt wurde. *Televisor* ist der Name für den ersten serienmäßig produzierten Fernsehbildempfänger.

Anhand von Bairds Erfindung läßt sich das Urprinzip (also die buchstäblich *medienarchéologische* Lesart) von Fernsehen als im technischen wie menschlichen Sinne zeitkritischem Verfahren nachvollziehen: technisch im Problem der Synchronisation von Abtast- und Wiedergabenipkowscheibe, und menschlich im Sinne der Überrumpelung unseres Sehsinns durch zeilenförmige Bewegtbildanalyse und -synthese.

Am Fernseher von Baird wird überhaupt erst transparent, weshalb Marshall McLuhan Fernsehen unter die "cool media" rechnet. 30zeiliges Fernsehen erfordert eine hohe aktive Anteilnahme des Menschen in der Bildwahrnehmung, während HDTV den Seh Sinn aufheizt (und entmächtigt).

Der Televisor verkörpert zudem eine Grundeigenschaft aller Mediensysteme, wie sie Bertolt Brecht in seiner Radiotheorie um 1930 akzentuiert: Jedes Empfangs- ist potentiell auch ein Sendemedium. Dazu bedarf es allerdings einer Medienkompetenz im wissenden wie technischen Sinne. Als 1968 Bill Elliot, ein früherer Mitarbeiter Bairds, antiquarisch zwei Televisoren erwerben konnte, wandelte er einen derselben in eine Kamera um und verfügte damit über das geschlossene Dispositiv von Fernsehen als Sendung und Empfang.

Die beste Methode, ein Medium zu verstehen, ist, es nachzubauen und selbständig in Funktion zu setzen; in diesem Fall heißt dies: ein operatives Modell von Bairds Televisor. In England widmet sich die Narrow Bandwidth Television Association seit 1975 dem frühen elektromechanischen, niedrigauflösenden Fernsehen (das schiere Gegenteil des heutigen HDTV). Vollelektronisches Fernsehen zu bauen ist ebensowenig einfach wie ungefährlich. Aber die Middlesex University hat als "teaching resource" einen elektromechanischen Selbstbausatz von Bairds Televisor entwickelt. Bevor "es" geschieht (das Fernsehbildmedium im Vollzug ist keine Frage der Ontologie), schauen wir auf seine Möglichkeitsbedingungen, also die Kinematik der Abtastung und Wiedergabe. Die mit hoher Geschwindigkeit sich drehende (Nipkow-)Scheibe ist mit spiralenförmig (also logarithmisch) angeordneten Linsen durchsetzt, die in der Bewegung linienförmig (gekrümmt) konzentriertes Licht aus einer instensiven Quelle auf das abzutastende Objekt werfen - etwa ein Marionettenkopf oder ein menschliches Gesicht, das durch heftiges Schminken kontrastreich gemacht werden muß. Der jeweilige linienförmige Punktstrahl wiederum

wird von einer lichtempfindlichen Photozelle registriert und in analoge Spannungswerte umgewandelt, die sich dann über Leitung oder "wireless" übertragen lassen. Empfängerseitig setzt eine parallel laufende Nipkowscheibe dann die von einer Glimmlampe (im Nachbau *per* LED) in Licht verwandelten Spannungssignale wieder in ein 30zeiliges Bild zusammen.

Die Narrow Bandwidth Television Association versucht sich beharrlich an der Wiederbelebung des elektromechanischen Fernsehens System Baird "including the spanning of the Atlantic in January and February 2003 in emulation of J. L. Baird's 1928 exploit."¹⁶⁶ *Nota bene* den Gebrauch des Begriffs Emulation, der auf ein gleichursprüngliches *reenacting*, eine Wiederaufführung deutet - Medienarchäologie als Medientheater. Der funktionale Nachvollzug eines früheren Computers durch einen aktuellen bildet eine Emulation, aber erst dessen exaktes zeitkritisches *re-enactment*, also High Fidelity im Zeitbereich (bis hin zum eigenwilligen Schaltverhalten von Elektronenröhren im Unterschied zu Transistoren), vollzieht eine wirkliche Simulation.

Die Begleitbroschüre zum experimentalen *Televisor*-Selbstbausatz der Middlesex University läßt deutlich werden, daß es bei Medienzeit nicht um historisch-antiquarische Originaltreue, sondern um funktionale Äquivalenzen geht.

Das funktionale *reenactment* technischer Medien (um hier einen Begriff des Historikers Collingwood zu verwenden) steht eher auf Seiten naturwissenschaftlicher Experimente und dem Kriterium ihrer Wiederholbarkeit als auf Seiten der historistischen Idee empathisch nachvollzogener Geschichte: "The *televisor* you have just purchased works in exactly the same way as the original, but uses modern components such as an LED instead of a neon lamp for picture illumination" <ebd.>. Doch damit wird die medienarchäologische Frage in ihrem materiellen Sinn aufgeworfen: Welcher Entropie sind Medien als physikalische Materie unterworfen? Und konkreter: Welcher diesbezügliche Unterschied liegt zwischen einem funktional äquivalenten elektronischen Bauteil aktueller Form und seinen Vorgängern, also etwa die Vakuumelektronenröhre und ihr funktionaler Ersatz durch Transistoren?

"It is about one third of the size of the commercial *televisor* - but the performance is as good" <ibid.> - eine Transformation des Originals in ein Modell (zum Zweck der Simulation respektive Emulation). Das zentrale ahistorische Kriterium beharrt: gleichursprüngliches *reenactment*.

¹⁶⁶ Zitiert im Begleitheft zum *Televisor kit* der Middlesex University; www.mutr.co.uk

Es gehört zum medienarchäologischen Credo, daß technologische Strukturen vornehmlich in den Momenten ihres Beginns noch offensichtlich sind. So schreibt Lance Sieveking, der seinerseits eines der ersten Fernseh-dramen schrieb, das in der Experimentalphase des BBC im Baird-System *live* übertragen wurde, über seine Vorliebe für die Erstmomente technischer Erfindungen: "For it is at their beginnings, that we may detect their true nature" - mithin: ihre epistemologischen *essentials* (um hier die technische Version des ontologischen Wesensbegriffs zu benennen). Sieveking's Zitat ist ein Motto der Neuausgabe von *Television and Me. The Memoirs of John Logie Baird*¹⁶⁷. Diese Autobiographie gibt in der Tat einen medienarchäologischen Einblick in die ersten Schritte elektromechanischer Fernsehapparaturen.

"With its low resolution picture quality, it is perhaps difficult to understand the excitement it caused in the early 1930s. But, of course, it was the first time that the dream of transmitting and receiving moving pictures had been realised - and this engendered a real sense of magic" (Broschüre). Wird das Satzende wörtlich genommen und "sense" nicht ästhetisch, sondern - im medienwissenschaftlichen Sinne - "aisthetisch", als Sinneserfahrung gelesen, ist die Botschaft des genannten Medium "magisch" im Sinne McLuhans (und der deutschen Übersetzung seines Klassikers *Understanding Media*), und zwar als Massage des humanen Zeitsinns, indem der Televisor aus einer Sukzession punktförmiger Bildabtastung wieder den Eindruck eines Gesamtbildes zu regenerieren vermag. "Using the new *televisor* is a unique experience because you will be seeing images similar to those seen by the earliest TV reviewers some 80 year ago" <Broschüre>; gemeint sind hier nicht die ikonologischen Inhalte und Programme der Fernsehbilder, sondern das Ereignis des gelingenden Bildes selbst - also nicht das, *was* geschieht, sondern vielmehr die Aufmerksamkeit dafür, *daß* es geschieht - das mediarchäologisch Erhabene.¹⁶⁸

Diese Erfahrung von Medienzeit gilt nicht nur im zeitkritisch-physiologischen Sinn auf der Mikroebene von Temporalität, sondern ebenso auf der emphatischen Makroebene der sogenannten Mediengeschichte - "something quite close to time travel!" <Broschüre>. Hier wird der historisch-zeitliche (entropische) Abstand zwar nicht eliminiert, aber diessseits von Historie gestaucht, in einem quasi-Akt von elektromagnetischer Induktion: das aktuelle Mediengeschehen des Televisors (in diesem Vergleich äquivalent zum elektrischen Stromfluß) bildet um sich ein quasi-magnetisch ein Zeitfeld, das seinerseits (selbstinduktiv) den historischen Prozeß zu induzieren vermag, als *reverse temporal engineering* - wie es im vortechnischen Sinn (also nicht auf der Ebene von Verarbeitung realer Signale) bereits ein Archiv ist, das Zeitereignisse aufspeichert und in Latenz vorhält, bis daß gegenwärtige

¹⁶⁷ Herausgegeben von Malcolm Baird, Edinburgh (mercatpress) 2004

¹⁶⁸ Siehe François Lyotard, Das Erhabene und die Avantgarde, in: xxx

Lektüren sie jeweils (symbolisch) reaktualisieren.

Technisch erzwungene Synchronisation

Aufgabe der medienarchäologischen Analyse ist zum Einen die *kenntnisreiche* Beschreibung dessen, was technologisch geschieht; hinzu aber kommt die epistemologische, also *erkenntnisgeleitete* Beschreibung dessen, was im emphatischen Sinne und in freier Anlehnung an ein Diktum des Leopold von Ranke *eigentlich* geschieht. Es gilt also, dem technologischen Ereignis für einen Moment seine scheinbare Selbstverständlichkeit zu nehmen, um in dieser *epoché* einen analytischen Denkraum zu eröffnen. In diesem Sinne ein weiteres Mal die begleitende Anleitung zum *Televisor*-Bausatz: "It is intriguing to see the picture and then look round the side of the *televisor* to see nothing between the LED and the disc."¹⁶⁹ Das Bild ist hier eine Funktion von Unsichtbarkeit, einer Zwischenzeit - ein von technischen Medien selbst eröffneter Zeitraum.

Solch präsokratische Archaik ist ein methodisches Prinzip von Medienarchäologie, doch "[i]n practice, things were slightly more complicated" (ebd.), denn physikalisches In-der-Welt-Sein heißt In-der-Zeit-Sein. Zwischenraum ist hier auch Zwischenzeit. Das, was im *Televisor* *eigentlich geschieht*, ist das mikrozeitliche Medienereignis. Zugespitzt läuft dies auf den (zeitkritisch) "springenden" Punkt hinaus: das Problem der Synchronisation. Akzentuieren wir in zeitkritischer Hinsicht die beiden zentralen Charakterzüge technischer Medien der Moderne. Für analoge Klang- und Bildspeichermedien ist das Wesensmerkmal, im (Wieder-)Vollzug der Signalaufzeichnung gegenüber der menschlichen Wahrnehmung Präsenz zu erzeugen, also (im medienarchivischen Sinne) eine Latenz in Evidenz zu bringen (denn jeder Tonabnehmer ist - sobald im mechanischen elektromagnetischen Einsatz - ein Leser des Archivs). Für die Übertragungsmedien auf der anderen Seite (Radio, Fernsehen) ist es die Erzeugung von Gleichzeitigkeit in der Kommunikation. Dazwischen liegt Morsetelegraphie, die in der klassischen Form von den Spezialisten wie eine sonische Melodie dekodiert werden konnten, in der Bild"punkt"übertragung aber endgültig in den Zeitbereich namens Echtzeit rückt. Die Synchronisation zwischen Sender und Empfang ist keine natürliche, sondern eine erzwungene, also ein technologisch induziertes kulturelles Artefakt, eine negentropische Zeitfigur. "At any point in time, the holes in the spinning receiver disc had to be in the same position as those at the transmitter - i. e., the two had to be synchronized" (ebd.), um ein "Wobbeln" des Bildes zu verhindern.

"Any point of time"? Hier nun ist der Moment, exemplarisch zu thematisieren, wie aus dem für Medienwissen primär notwendigen *close*

¹⁶⁹ Begleitheft zum Modellbausatz *The Televisor* der Middlesex University

reading der Apparatur ein medientheoretisches Wissen, mithin Erkenntnis wird. Tatsächlich findet in dieser Formulierung eine Metonymie vom Loch in der Nipkowscheibe zur Unterstellung eines Zeit"punkts" statt. Hier wird ein medienepistemisches Verhältnis transparent: die Unschärfe. Denn das Loch ist (in Anlehnung an Zenos Paradox des fliegenden Pfeils, der in jedem Moment stillzustehen scheint) zu keinem Zeit"punkt" an einem genau definierbaren Ort, sondern immer in Phase; unwillkürlich wird hier ein Theorem wachgerufen, welches in der Quantenphysik zeitgleich zu Bairds Fernsehexperimenten formuliert wurde: Werner Heisenbergs "Unschärferelation" von Ort und Impuls der Elektronen im Moment ihrer (mikrotelevisonären) Betrachtung. Es handelt sich hier vielmehr um eine Bildrelation im mathematischen Sinne Cantors: eine Punktmenge bildet sich überabzählbar auf eine andere ab.

"Bairds solution to the problem was to send a synchronisation signal that changed the speed of the receiver's disc motor - speeding it up or down by tiny amounts" <ebd.>, quasi numerisch in Form getakteter Zeit (im Anschluß an die aristotelische Definition des Zusammenhangs von Zählung, Bewegung und Zeit), implizit mathematisch-diskret (*vulgo* "digital").

"Most of the electronics of the new *televisor* provides synchronization with the CD signal. A circle of black and white stripes on the back of the disc pass in front of a tiny sensor which feeds back the position of the holes to control the speed of the motor and keep the disc in the correct position. As each track of the CD is played, the first thing you will see is a number countdown. This gives the nikipow disc time to synchronize each time. As it does so, the poicture wobbles wildly - just like it did on the original when the synchronization was slightly out" (ebd.).

Solch negative Rückkopplung ist (als Erbe von *operational research* im Zweiten Weltkrieg) die zentrale Zeitfigur der kybernetischen Mediensysteme. Im vorliegenden Zusammenhang aber ist sie die chronotechnische Bedingung von Fernsehen, wo es als Medium bei sich ist: in der *live*-Übertragung.

"Chronotechnik" sei hier im Sinne der vom antiken Musiktheoretiker Aristoxenos definierten *chronoi* als kleinsten Zeiteinheiten des Rhythmus verstanden: Längen, Kürzen, Intervalle. Diese Definition ist von Aristoxenos zwar auf Prosodie und Musik (im altgriechischen Sinne damit auch inklusive Tanz und Poesie umfassend) im Speziellen gemünzt, gilt aber für ihn ausdrücklich in einem umfassenden Begriff von Rhythmus.¹⁷⁰ Denkaufgabe für medientheoretische Begriffsfindung ist es, diesen Ansatz für die (Algo-)Rhythmen des Digitalen zu aktualisieren.

¹⁷⁰ Lionel Pearson, zu: Aristoxenus, *Elementa Rhythmica*. The Fragment of Book II and the Additional Evidence for Aristoxenian Rhythmic Theory, Oxford (Clarendon Press) 1990, xxxiv

Im zentralen aktiven Bauteil elektronischer Medien, der Vakuum-Elektronenröhre, ist es die für zeitkritische Prozesse günstige Eigenschaft der Elementarteilchen namens Elektronen, schnell beschleunigbar, abbremsbar und ablenkbar zu sein, ohne dabei rasch an die Grenzen der Massesträgheit 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"¹⁷¹ folgen.

Die Kopplung von verbaler und elektronischer Unverzüglichkeit: Schabowskis "sofort" am 9. November 1989

Der Ausdruck "fast ohne Verzögerung" als Adverb meint "unverzüglich", was (im mathematischen Sinne nicht korrekt) landläufig mit "sofort" gleichgesetzt wird. Im entscheidenden Moment, der die Öffnung der Berliner Mauer am 9. November 1989 auslöst, ging es nicht um Große Erzählungen, sondern um Minuten oder Sekunden, mithin das Protokoll zeitkritischer Ereignisse. Es waren Zeitadverbien, die den Kollaps der DDR besiegelten. Fünf Minuten vor dem Ende einer Pressekonferenz am 9. November 1989 meldete ZK-Mitglied Günter Schabowski die just vom Zentralkomitee beschlossene neue *Reiseregelung*. Auf die Frage eines Journalisten nach dem genauen Zeitpunkt dieser Regelung hin entschlüpfte Schabowski - hier ohne Kenntnis des Sperrvermerks und ohne weitere Autorisierung - ein plötzliches „Sofort, unverzüglich!“. Die Fernsehsendungen aus Anlaß des 20jährigen Geburtstags des Berliner Mauerfalls führten es uns immer wieder vor Augen: vom Speichermedium Video als beliebige, ahistorische Iteration dieses *sofort* - eine genuin medienarchivische Option von Geschehensrepräsentation jenseits von Geschichten, wie sie erst mit den elektronischen Speichermedien des 20. Jahrhunderts zur Verfügung steht. Das elektronische Medium dieses historischen Zitats steht mit dem Wesen dessen, was es zitiert, im Bund: das Videoereignis reproduziert anders als alle buchförmige Historiographie des 9. November 1989 nicht nur die Aufzeichnung der Historie (*narratio rerum gestarum*), sondern auch das Momentum ihres Geschehens selbst (*res gestae*), das Fernsehereignis. Hier wird unerbittliche Medienrealität, was Austin und Searle bereits als Sprechakttheorie definiert hatten; erst in telekommunikativer Kopplung mit immediater Wirkungsmächtigkeit kam Schabowskis Entgleisung zum Zug.

Schabowski war in diesem Moment nicht Protagonist der Lage, denn er las und *verlas* diesen Zettel nicht im hermeneutischen, verstehenden Sinne, sondern als Automat, so, wie ein elektronischer Scanner seine

¹⁷¹ Runge a. a. O., 2896

Vorlagen einliest: als reines *Schriftbild*. Ein Teil der West-Medien reagierte im Wortsinn Schabowskis *unverzüglich* und übermittelte Schabowskis Mitteilung als *sofortige* Grenzöffnung. Die Ost-Berliner nahmen das Politbüro-Mitglied beim Wort - die Pressekonferenz war vom DDR-Fernsehen direkt übertragen worden - und strömten zu den Grenzübergängen, um die neue Regelung zu testen.¹⁷² Erst die Kopplung der Aussage "sofort" an ein Medium, das diese Aussage auch technisch sofort realisierte, konnte hier ereignismächtig werden. So definierte Max Egly immerhin schon 1963 das Fernsehen als „die sofortige Übertragung bewegter Bilder auf Distanz“ <Egly 1963: 65>. Martin Heidegger zufolge ist "die technische Organisation der Weltöffentlichkeit durch den Rundfunk und die bereits nachhinkende Presse [...] die eigentliche Herrschaftsform des Historismus."¹⁷³

Tatsächlich hinkten 1989/90 die Printmedien (und mit ihnen die Publizistik als vermeintliche Medienwissenschaft) hinterher, gegenüber den Medien, die Informationen in Echtzeit übertragen. Wir haben es hier mit der linguistischen *parole*, der Positivität der Aussage "unverzüglich, sofort", in Kombination mit seiner TV-Übertragung, mit einer strukturellen Kopplung zu tun, mit der Umwandlung eines audiovisuellen Zeichens in ein Rundfunksignal. Erst in dieser technischen Kopplung wurde die sprachliche Aussage zur geschichtsmächtigen *parole*.

Menschliche Körper werden durch teleakustische und televisionäre Kommunikationsprozesse im *live*-Modus neu positioniert. Der "Proxemik" (als soziologische Untersuchung von Effekten räumlicher Nähe und feinsten Abstufungen körperlicher Distanzen) ist der Begriff einer zeitlichen (mithin zeitkritischen) Unmittelbarkeit komplementär. "Subitistik" dient der Beschreibung hochtechnischer Mobilkommunikation; so bringen soziale Netzwerke oder Instant Messaging Dienste wie *Facebook* bzw. *ICQ* übertragungstechnisch erzeugte *Nähe* im Gegensatz zu einem *physisch-präsenten* Gegenüber mit sich.¹⁷⁴

Damit wird die Differenz zwischen instrumentellen Prothesen menschlicher Sinne und technischer Telekommunikation offensichtlich. Die Teleskopie Galileo Galileis ist noch eine (wenngleich irritierende, weil

¹⁷² Igor F. Maximyschew / Hans-Hermann Hertle, Die Maueröffnung. Eine russisch-deutsche Trilogie, Teil II: Die Maueröffnung, in: Deutschland Archiv. Zeitschrift für das vereinigte Deutschland, 27. Jg., November 1994, 1145-1151). Siehe auch Hans-Hermann Hertle, Chronik des Mauerfalls. Die dramatischen Ereignisse um den 9. November 1989, Berlin (Links) 1996

¹⁷³ Martin Heidegger, Der Satz des Anaximander, in: xxx, 301

¹⁷⁴ Vortrag von Andreas R. Becker im Kolloquium *Medien, die wir meinen* am Lehrgebiet Medientheorien der Humboldt-Universität zu Berlin, 11. November 2009: *Körper(medien)horizont: Mobile Location Based Services zwischen körperlicher Nähe und medialer Entkörperlichung* (Dissertationsprojekt am Graduiertenkolleg *Automatismen* der Universität Paderborn)

ganz und gar auf die Autorität der Linsen begründete) klassische Ausweitung des Menschen, hier: seines Sehnsinns. Doch "[d]ie Bezeichnung "Fernsehen" ist eigentlich 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."¹⁷⁵

Mit ingenieurshafter Klarheit schreibt es die notorische Patentschrift für elektromechanisches Fernsehen Paul Nipkows 1884 gleich im ersten Satz der Patentschrift: "Der hier zu beschreibende Apparat hat den Zweck, ein am Orte A befindliches Object an einem beliebigen anderen Orte B sichtbar zu machen"¹⁷⁶ - und zwar zeitgleich, ist zur Verdeutlichung zu ergänzen, denn Nipow meint nicht Bildtransport wie im musealen Ausstellungsbereich. Weder "Tele-" noch "-kommunikation": Nicht der Akt der Übertragung als Raumüberbrückung zählt, sondern das Zustandekommen einer Gleichzeitigkeit.

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."¹⁷⁷

Die ultimative Herausforderung an den raum- und zeitfixierten Übertragungsbegriff ist die Mathematisierung der Kommunikation, da hier nicht mehr entscheidend ist, daß 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 traditionelle 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.¹⁷⁸ Aus Nachrichtenübertragung als im elektrophysikalischen Sinne organisierter Materie (OM) wird - frei nach Régis Debray - die materialisierte Organisation (MO).

Synchronisation ist ein Akt (elektro-)technischer Willkür, ein Gewaltakt

¹⁷⁵ Heinz Richter, Fernsehen für Alle. Eine leichtverständliche Einführung in die Fernseh-Sende- und Empfangstechnik, Stuttgart (Franckh) 1951, 11

¹⁷⁶ Kaiserliches Patentamt, Patentschrift Nr. 30105 (Klasse 21: Elektrische Apparate): Paul Nipkow in Berlin, Elektrisches Teleskop ("patentiert im Deutsche Reiche vom 6. Januar 1884 ab")

¹⁷⁷ Richter 1951: 23

¹⁷⁸ Vilém Flusser, Ins Universum der technischen Bilder, Göttingen (European Photography) 1999, 86

der erzwungenen Kopplung zweier Medienprozesse. Demgegenüber scheint Gleichzeitigkeit ein natürliches Phänomen zu sein. Tatsächlich gibt es aus Sicht der Physik, die immer auch eine Perspektive von Medien(wissenschaft) ist, gar keine Gleichzeitigkeit im idealen Sinn; die Relativitätstheorie Albert Einsteins definiert Gleichzeitigkeit vielmehr als die Verbindung durch einen Lichtstrahl (als hätte er den HF-Sender des Magnetrons und den Kathodenstrahl des Radar-Bildschirms schon vor Augen). Da Lichtgeschwindigkeit das äußerste Tempo im Universum ist (anders als Newtons Annahme einer unmittelbar wirkenden Gravitation), ist diese Verbindung selbst keine statisch-geometrische, sondern eine ver(raum)zeitlichte und damit eine endliche.

Photonisch emittierte Energie ist auch das, was der Elektronenstrom in der Kathodenröhre als Fernsehen auf den Bildschirm schreibt. Wird der elektronische Zeilenumbruch, generiert im Fernsehen wie im Oszilloskop durch Sägezahnimpulse, außer Kraft gesetzt, ist es nur noch eine einzige Zeile, die pulsiert und somit das elektrotechnische Bild als Zeitwesen erst zu erkennen gibt. Der Schweizer Videokünstler Jean Otth hat in seiner *Exercice IV de l'abécédaire télévisuel* (1974) die vertikale Ablenkung eines Fernsehobjekts durch den Ingenieur Serge Marendaz zu diesem Zweck außer Kraft gesetzt. Dieser medienchirurgische Eingriff ist radikal zeitkritisch. Daß das, was auf dem Bildschirm als pulsierendes Phänomen erscheint, nicht schlicht ein willkürlicher, auf Dauer gestellter Defekt, sondern ein bewußter medienkünstlerischer Akt ist, läßt sich erst auf der medienarchäologischen Ebene nachweisen, nämlich in der oszillographischen Analyse der manipulierten Platine. Zwei Photos aus dem Prozeß der Wiederaufführung dieses Werks im Rahmen einer aktuellen Ausstellung halten diese Lage (eine zeit-räumliche Doublette) einmal als Zustand der Hardware und einmal als dynamischen Vorgang fest: "A Mit Klemme und LötKolben rückgängig gemachte Manipulation für den Nachweis, dass sie allein der Grund für den Effekt ist, und nicht ein zusätzlich vorhandener Defekt [...]. B Oszillogramm zur Dokumentation der Manipulation. Das Signal ist im Schaltkreis nahe der manipulierten Stelle abgegriffen. Üblicherweise hätte es die Form eines Sägezahns. Ablenkung obere Zeile 0.5 ms/Div, untere Zeile 50 mcs/Div [...]." ¹⁷⁹

Zeit als kritisches, kairotisches, definitorisches Element der "neuen (technischen) Medien"

Die Zeit ist vollständig in das Bild eingedrungen, seitdem es in technischen Medien zustandekommt. Klassische Malerei ist - streng nach Lessings Definition in seiner Schrift *Laokoon* von 1766 - noch eine Kunst

¹⁷⁹ Gfeller 2009: 125. Siehe Abbildung A und B in Katalog: Irene Schubiger (Hg.), Schweizer Videokunst der 1970er und 1980er Jahre. Eine Rekonstruktion, Zürich (ringier Verlag) 2009, 125

der Konstellation von koexistenten Körpern im Raum; sein Zustandekommen über einen längeren Zeitraum ist dem Gemälde selbst kaum anzusehen. Als Photographie dagegen wird das nunmehr medientechnische Bild mit fortschreitend kürzeren Belichtungszeiten um den zeitkritischen Aspekt erweitert. Mechanische Photographie friert Zeitmomente zum zweidimensionalen Standbild ein, nicht aber zur reinen Gegenwart, denn diese hätte eine nicht berechenbare zeitliche Ausdehnung gleich Null.

Welchen Stellenwert hat der Gegenwartsmoment nun in der technischen Kommunikation? Die Telegraphie, verkörpert im ersten Transatlantikkabel von 1858, ließ das zeitlichen Intervall, das für die informationelle Überbrückung großer Entfernungen bislang nötig war, auf den Augenblick des Ereignisses Elektrizität in Lichtgeschwindigkeit schrumpfen, flankiert in der Telephonie durch den Austausch von Stimmen und Rauschen im Modus *live* (bis später dann der Begriff von *realtime* im streng definierten Sinne digitaler Signalverarbeitung infrage kommt). Und weiter: Phonograph und Schallplattenrecorder machten die Zeit als Tonaufzeichnung dauerhaft verfügbar; der Kinematograph schließlich führte die Illusion vor, die in der Photographie stillgestellten Körper wieder in Bewegung sehen zu können. Im Film wurde die in Technik geronnene Zeit beliebig wiederholbar, der Zeitpfeil eines Prozesses oder Ereignisses konnte umgekehrt und "visuelle Information gewordene Zeiträume konnten übereinander geschichtet, gedehnt oder beschleunigt werden" - eine Medienarchäologie der Zeit.

"[D]ie elektronische Television ging noch einen Schritt weiter. Die Braun'sche Röhre schrieb das Bild Punkt für Punkt und Zeile für Zeile oder als Vektoren. In der elektronischen Kamera wurde ein Mikroelement des Bildes zur Zeiteinheit, die wiederum manipuliert werden konnte. In der elektromagnetischen Aufzeichnung der Bild- und Klangelemente wurden Sichtbares und Hörbares [...] speicher- und veränderbar. Ausschneiden, Einfügen, Ersetzen wurden zu avancierten Kulturtechniken."¹⁸⁰

Der Computer schließlich erlaubt "einerseits eine Verfeinerung und Effektivierung des Eingriffs in die Zeitstrukturen, andererseits [...] eine Synthetisierung der verschiedenen vorhandenen Techniken in einem Monomedium"¹⁸¹. In der Bild- und Ton(nach)bearbeitung an digitalen Film- und Videoschnittsystemen wie dem System AVID wird diese vollständige Verfügbarmachung von Medienzeit manifest.

Zwischenspiel zum Digitalcomputer: Aufhebung von Mediengeschichte?

¹⁸⁰ Zielinski 2002: 44

¹⁸¹ Zielinski 2002: 44 f.

Alle bisherigen Zeitweisen technischer Medien scheinen im Computer (hegelianisch formuliert) *aufgehoben*. Ihm gelingt dies, indem er den Strom der Zeit höchst konkret diskretisiert, also rechenbar macht. Sogenannte "Codecs (coder-decoders) perform encoding and decoding on a data stream or signal, usually in the interest of compressing video, speech, or music"¹⁸². Denn die Übertragung von *streaming media* im Internet verlangt nach effektiver Komprimierung, wenn das Zeitfenster nahe der Echtzeit bleiben soll.

Die Übertragung von *streaming media* im Internet sucht durch Zwischenschaltung einer algorithmischen Dynamik, nämlich effektiver Komprimierung, das Zeitfenster nahe dem, was menschliche Wahrnehmung als Echtzeit von Bewegung begreift, zu bleiben. Zum Einsatz kommen hier die sogenannten Codecs, für Video etwa MPEG. Diese stellen keine elektrotechnischen Module dar, sondern algorithmische Software - und zwar im Rahmen jener computertechnischen Methode, die sich auf die Welt-, also Zeithaftigkeit der zu verarbeitenden Daten selbst einläßt: DSP (digital signal processing). "MPEG-2 defines a bitstream that tries to reconcile the complicated psychophysical, technocultural, and political-economic processes of seeing."¹⁸³ Es zeigt sich hier, wie der Computer Zeit bewältigt: "Motion video can be manipulated as a form of computer data" (ebd.). Diese Zeitoperation läßt sich in Begriffen der Informatik formulieren: "Algorithmically, MPEG-2 combines several distinct compression techniques", darunter "converting signals from time-domain to frequency domain using discrete cosine transforms, quantization" (ebd.). An dieser Stelle eine Frage, die das delikate Kunststück von Medienwissenschaft mitten ins Herz trifft: "From the standpoint of software studies, how can these different algorithms be discussed without assuming a technical background knowledge? The technical intricacies of these compression techniques are rarely discussed outside signal processing textbooks and research literature. Yet these techniques deeply affect the life of images and media today" (ebd.).

Der "medienarchäologische Blick" (auf Bilder) findet hier längst statt - als Lösung von der bildkulturellen Ikonologie und Annäherung an die Technoaisthesis des Mediums, hier des Computers. Mackenzie beschreibt zunächst das Geschehen auf der niedrigsten Ebene des digitalen Bildes, dem Block aus 8 x 8 Pixeln. "Digital video arrives at the codec as a series of frames (from a camera, from a film or television source). Each frame or static digital image comprises arrays of pixels defined by color (chrominance) or brightness (luminance) values. Each frame then undergoes several phases of cutting and preassembling. These phases

¹⁸² Adrian Mackenzie, Eintrag "Codecs", in: Matthew Fuller (Hg.), *Software Studies. A Lexicon*, Cambridge, Mass. / London (MIT Press) 2008, 48-55 (48)

¹⁸³ Mackenzie 2008: 50

robe and re-structure the image quite deeply, almost to the pixel level" <ebd.> - das medienarchäologische Niveau. Was aus ikonologischer Sicht des Menschen nicht auffällt, berechnet die Informationsästhetik des Digitalcomputers: "Digital video pictures are composed of arrays of pixels that have much spatial redundancy. Many adjacent pixels in an image of a landscape will be very similar, and it wastes storage space (on a DVD) or bandwidth (on satellite transmitters or internet) to repeat the same pixel over and over. A sky could be mostly blue. Rather than transmit an exact replica of the sky, why not use an algorithmic process that transforms the blue sky into a quasi-statistical summary of the spatial distribution of blueness?"¹⁸⁴

Sodann die Auswahl repräsentativen Kaders; deren *transform compression* "Intra-Pictures" werden zu *key-frames* des Videostreams. Hier kommt Spektralanalyse (Fourier-Transformation) zum Zug: "It breaks a complex waveform into a set of component waveforms of different amplitude or energy" <51>. Eine spezielle Variante, die Diskrete Kosinus-Transformation, "encodes complex signals that vary over time or space into a series of discrete component frequencies. They can be added together to reconstitute the original signal during decoding. Nearly all video codecs transform spatially extended images into sets of simple frequencies" (ebd.) - eine Form der "Sonifizierung", und damit selbstredend zeitkritisch im Moment: "This allows them to isolate those components of an image that are most perceptually salient to human eyes" (ebd.). Auf den ersten Blick ist diese Sonifizierung "counter-intuitive": "In what way can a video frame be seen as a waveform?" (ebd.) Hier kommt ein Begriff des Sonischen zum Zug, der sich von der Akustik vollständig gelöst hat und eine quasi-musikalische Zeitweise meint: "The notion of the transform is mathematical" - eine Funktion willkürlicher *wave forms*, "a series of simple sine waves of different frequencies and amplitudes. Added together, these sine or cosine waves reconstitute the original signal. Practically, in encoding a given frame of video, the MPEG-2 code divides the 720 x 576 pixel DVD image into 8 x 8 pixel blocks. [...] The image has been turned into an array of small blocks that can be quickly transformed separately. This can be seen by freeze-framing a complex visual scene on a DVD. It will appear 'blocky'" (ebd.) - die Artefakte. "The decomposition of a spatial or temporal signal into a series of different frequency components allows correlation with the neurophysiological measurements of human hearing and sight" (ebd.).

Ist damit alle bisherige Mediengeschichte im Computer aufgehoben? Ja und Nein, denn zugleich rekonfiguriert der Computer damit die Kategorien von Mediengeschichte. Einerseits gibt es gute Gründe dafür, Kulturtechniken wie das Zählen und Schreiben einerseits von technischen Apparaturen andererseits zu unterscheiden, in denen sich negentropische Prozesse automatisieren. Hier wären technische Medien

¹⁸⁴ Mackenzie 2008: 50 f.

im engeren Sinne erst mit der Photographie anzusetzen (wie von Flusser als "technische Bilder" definiert), gefolgt dann von Phonographie und Kinematographie. So trennen sich Kulturtechniken und *hochtechnische Medien*. Nicht schicht eine Eskalation, sondern eine neue Medienepisteme stellen dann die nicht schlicht elektrisch augmentierten mechanischen, sondern *elektronischen Medien* dar; sie bilden eine neue Medienwelt nach eigenem Recht. Mit dem Computer aber, definiert als Allianz von kulturtechnischen Symbolpraktiken und hoch- oder elektrotechnischen Apparaturen, ergibt sich eine neue Lage, die sich einem evolutionären Modell von Mediengeschichte entzieht. Denn aus Sicht des Computers ist medienarchäologisch unversehens das Wissen um die Genealogie von Symbolsystemen im Abendland ebenso relevant wie die Kenntnis (elektro-)physikalischer Techniken. Der Computer ist die erste wahrhafte Techno/logie, die Hochzeit von Handwerk und Logos (altgriechisch formuliert), von Elektrotechnik und Mathematik (medienwissenschaftlich formuliert). Spielte also die Geschichte des Alphabets für den Begriff der Elektronik keine entscheidende Rolle, wird sie für die Anamnese des (Digital-)Computers unversehens zentral; Marshall McLuhans umfassender, einen weiten Medienbegriff einübender Ansatz erhält also unversehens neue medientheoretische Relevanz. Einerseits führt McLuhan den Medienbegriff auf dem Titel seines Klassikers von 1964 und begründet damit recht eigentlich erst die Medienwissenschaft; andererseits hält er den Begriff des Mediums von Anfang an offen, also anschlussfähig für neue Kopplungen, die da im Namen von Medien kommen und noch kommen mögen. Denn es gehört zur Eigenart der Medienwissenschaft, daß sich ihr Gegenstand (anders etwa als in historischen Wissenschaften wie der Altphilologie) in fortwährenden Metamorphosen befindet.

Nicht nur versammelt also der Computer am Ende alle bisherigen Zeitweisen von Medien in sich (Zielinskis Argument), sondern er steht selbst auch anders in der emphatischen Zeit (bzw. in einem anderen makrotemporalen Zeit-Verhältnis) als die bisherigen Medien. Was aber ist die medienarchäologische Zeitbedingung des Computers selbst? Die Mediumvorgänge etwa in Charles Babbages mechanischem Computer um 1830 sind in ihren Taktraten durchaus nicht zeitkritisch. Der Computer als mathematisches Medium ist zwar strikt getaktet, aber nicht zeitkritisch. Zeitkritisch wird der digital "rechnende Raum" (um einen Buchtitel Konrad Zuses zu verwenden) erst hinsichtlich seiner Funktionen, etwa menschenseitig im Begriff "Echtzeit", und in einer Echtzeitigkeit zweiter Ordnung als vernetzte Kopplung unzähliger Einzelcomputer. Im Internet existieren alle früheren Medienzeiten "ineinander" <Zielinski 2002: 45> - als Funktion des tatsächlich universal verstandenen Computers, der alle anderen technischen Medien zu simulieren vermag.

Die elektronische Beschleunigung von Kommunikation

Kommunikation aus medien- und systemtheoretischer (mithin also kybernetischer) Sicht widmet sich der Signalverarbeitung in Menschen und Maschinen. Einen Anlaß zum Nachdenken zeitkritischer Kommunikationsprozesse in der Epoche des Internet lieferte die am 20. Oktober 2009 verkündete Nachricht vom Ende des Quelle-Konzerns und damit des mit dem sprichwörtlichen Quelle-Katalog verbundenen Versandhandels. Damit endet eine Buchform zugunsten von Internet-Versandplattformen wie e-bay (während der Otto-Versand alternativ dazu - und bislang erfolgreicher - den zweigleisigen Weg beschritt). Was fortfällt, ist die epochale, also auf eine bestimmte Zeitstrecke bezogene Bündelung respektive Schließung des Angebots durch den massenhaft produzierten Katalog (eine Frage der Lagerökonomie), zugunsten eines offenen, dynamischen, ständig sich ändernden Informationssystems. An die Stelle der Buchform (die eine Geltung auf Zeit garantiert, "wie gedruckt" "steht es geschrieben") tritt eine Zeitform.

"Dass die Menschen Schwierigkeiten hatten, das Konzept einer körperlosen Information zu verstehen, zeigt sich in Anekdoten, die, ob sie nun auf Wahrheit beruhen oder nicht, symptomatisch sind. [...] Eine Frau aus Karlsruhe wollte 1870 ihrem in Frankreich kämpfenden Sohn eine Schüssel Sauerkraut telegrafieren. Als man ihr das Problem erklärte, zeigte sie sich verständnislos, denn schließlich habe man doch eine Armee per Telegraf nach Frankreich geschickt."¹⁸⁵

Die Loslösung in der Übertragung von Information von Materie und Energie, also von stofflichen Verkehrsmitteln, bleibt ein Choque der Moderne. Noch einmal an Paul Nipkows Patentschrift von 1884, worin er sein "elektrisches Teleskop" mit dem technischen Zweck definiert, "ein am Orte A befindliches Object an einem beliebigen anderen Orte B sichtbar zu machen"¹⁸⁶. Hier geht es nicht um materiellen Transport, sondern eher um die Informatisation von Materie (in diesem Fall: immaterielle Verbildlichung). Medium dieses Geschehens ist die elektronische Signalübertragung. Was einmal elektronisch übertragen wird, läßt sich auch elektronisch speichern - und zwar im gleichen Kanal, der Leitung respektive Draht. Das Telegraphon ist der 1898 von Waldemar Poulsen patentierte Apparat zur magnetischen Aufzeichnung elektrischer Impulse akustischer Schwingungen, zunächst noch auf der Basis von Klavierdraht. Um 1900 regt Otto von Bronk an, "das Bild einer Vielzellentafel auf 'telegraphonischem', d. h. magnetischen Weg zu speichern, um dadurch die störende Trägheit der damaligen elektrischen Übertragungsorgane zu umgehen und die 'Bilder zu einer beliebigen Zeit

¹⁸⁵ Elmar Schenkel, Liebe und Tod im viktorianischen Internet [über Wechselbeziehungen zwischen Literatur und Telegrafie], in: Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 109, 11. Mai 2000, 56

¹⁸⁶ Kaiserliches Patentamt, Patentschrift Nr. 30105 (Klasse 21: Elektrische Apparate): Paul Nipkow in Berlin, Elektrisches Teleskop ("patentirt im Deutsche Reiche vom 6. Januar 1884 ab")

zu übertragen oder zu reproduzieren"¹⁸⁷. Jene Willkürlichkeit, die als arbiträre Symbolmanipulation im sprachlichen Bereich kulturiert wurde, wird damit techno-symbolisch. Loslösung von der Materie aber heißt auch: Loslösung von deren entropischer Vergänglichkeit.

In einer Art synästhetischer Übertragung wird die choquehafte Erfahrung der raumtötenden Telekommunikation unter verkehrten Vorzeichen zur Halluzination zeittötender Kommunikation mit Toten. Geistergeschichte der Telegraphie zeugen davon: "Rudyard Kipling, neuer Technologie aufgeschlossen, lernte 1898 die drahtlose Telegrafie Marconis auf der Channel Fleet kennen. Daraufhin schrieb er die Erzählung "Wireless" (Drahtlos). Hier werden von einer mit Antennen ausgerüsteten Apotheke merkwürdige Signale empfangen, die bruchstückhaft ein geisterhaftes Gedicht des Romantikers John Keats ergeben" (Schenkel ebd.).

Die halluzinatorischen Übermittlungen aus einem Jenseits im zeitlichen Sinne sind epistemologisch von der Erfahrung der Übermittlung aus dem Jenseits in örtlichem Sinne buchstäblich induziert (gleich elektromagnetischen Schwingungen in gegenseitiger Erregung). In H. G. Wells' Roman *Die ersten Menschen auf dem Mond* (1901) liegen bestehen zwei Männer dort Abenteuer mit den Seleniten. Einer der beiden kehrt auf die Erde zurück und empfängt rätselhafte Funksprüche von dem auf dem Mond Zurückgebliebenen: "Die letzten Buchstaben, die ihn erreichen, lauten "uless". Sie könnten für "useless", nutzlos, stehen oder für "youless", du-los, in jedem Fall aber sind sie Zeugen für einen Verlust. Er stellt sich vor, wie der andere oben, vielleicht in einem Kampf mit den Mondwesen, aus der Sprache getrieben wird, in das Unbekannte hinein, in die "Stille, die kein Ende hat". Das neue Medium entwickelt deshalb eine unheimliche Dynamik, weil es bis in die Formen der Sprache hinein wirkt, sie verzerrt und so aus dem menschlichen ein nichtmenschliches Idiom macht, als spräche hier erstmals die Maschine selbst" (Schenkel ebd.).

Kommunikation, verstanden im medienwissenschaftlichen, also auch nachrichtentechnischen Sinne als Signalübertragung, ist in der Epoche hochtechnischer, genauer: technomathematischer Medien zeitkritisch im dramatischsten Sinne überhaupt geworden: Zeit selbst wird verschluckt. Heinrich Heine bemerkte angesichts der ersten französischen Eisenbahnlinien Mitte des 19. Jahrhunderts noch, wie hier der Raum durch Zeit "getötet" werde. Das Intervall einer Zugreise aber ist noch vergleichsweise (und buchstäblich) erfahrbar für den menschlichen Zeitsinn; anders sieht es schon aus für die Telegraphie. Übertragung und Kommunikation sind in *dieser* Hinsicht keine grundverschiedenen

¹⁸⁷ Zitiert nach: G. Goebel, *Das Fernsehen in Deutschland bis zum Jahre 1945*, in: *Archiv für das Post- und Fernmeldewesen* 5, 1953, 366 Siehe Siegfried Zielinski, *Zur Geschichte des Videorekorders*, Berlin (Wissenschaftsverlag Spiess) 1986, 57

Kategorien mehr, sondern zeitkritische Gewichtungen eines Intervalls: Kommunikation rechnet mit kurzen Zeitspannen, Übermittlung mit langen.¹⁸⁸

Im 19. Jahrhundert kommt es zu einer elektrotechnischen Eskalation gegenüber Heines Bemerkung zum verkehrstechnischen Auseinanderklaffen von Raum und Zeit, wie es ein Rückblick des frühen 20. Jahrhunderts ausgerechnet aus der Sicht der Firma Telefunken diagnostiziert: "Das moderne Zeitalter der Naturwissenschaft und Technik zeigt ein doppeltes Streben: Erkenntnis und Dienstbarmachung der Naturkräfte und Überwindung von Raum und Zeit. [...] Durch die Entwicklung der Mechanik und all der Maschinen, die deren Gesetzen gehorchen, insbesondere durch die Ausbildung der modernen Verkehrsmittel, sind für uns Raum und Zeit in der Vorstellung bereits sehr zusammengeschrumpft. Aber nicht überwunden. Und das wird auch mit ihrer Hilfe niemals gelingen. Denn die Gesetze, von denen die mechanischen Kräfte beherrscht werden, schließen in sich die Unmöglichkeit ein, in einer für unsere Begriffe verschwindend kleinen Zeit nach jedem beliebigen Ort der Erde zu gelangen. Aber 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 jenem dritten August ds. Js., an dem das erste offizielle Telephon-Gespräch von Berlin nach dem 12000 km entfernten Buenos Aires geführt wurde"¹⁸⁹ - die Verwirklichung der "Ubiquität" (Paul Valéry) und der "Noosphäre" (Teilhard de Chardin).

In entscheidender Hinsicht unterscheiden sich Übermittlung durch Verkehrsmittel (neugriechisch *metaphora*) und Kommunikationsmedien 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 Fortpflanzungsgeschwindigkeit, 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"¹⁹⁰ - eine Welt der Impulse, der

¹⁸⁸ In diesem Sinne argumentiert Régis Debray, *Pour une médiologie*.

Définitions premières, in: *Manifestes médiologiques*, Paris 1994, 21-33

¹⁸⁹ Dr. ing. Klimke, *Transocean-Telephonie*, in: *Handbuch für Funkfreunde*, hg. v. d. Telefunken-Vertreter-Gemeinschaft e. V., o. O. 1927, 13-19 (13)

¹⁹⁰ W. T. Runge, *Elektronische Geschwindigkeit ist keine Hexerei* (Vortrag, gehalten am TELEFUNKEN-Empfang der Fachpresse anlässlich der Hannover-

Kontiguität - weshalb Marshall McLuhan für die Epoche der Elektronik die Rückkehr des Audio-Taktilen (analog zum Luftdruck) diagnostiziert. Die gleiche Medientheorie identifiziert - jenseits der vermeintlichen Inhalte - als die eigentliche Botschaft elektrifizierter Nachrichtenwelten ihre Geschwindigkeit - eine Beschleunigung, deren Irritation von Menschen gar nicht mehr bewußt, sondern nur noch im Traumzustand verarbeitet werden kann.¹⁹¹

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. Manifest wird dieses Phänomen am und im Internet, in der zeitkritischer Verfaßtheit von Kommunikation eben dort. Das Internet ist weniger *cyberspace* denn *cybertime*.

An die Stelle von "Zeitschichten"-Metaphorik rückt damit Gegenwart als Simultaneität. "Gegen die klassische Urbanität als einer labyrinthischen und archäologischen Überlagerung von Zeitrhythmen und Lebensformen weist Virilio darauf hin, daß heute 80 Prozent der Einwohner des XIV. Arrondissements in Paris Passagiere sind [...]. Die räumliche Topographie ist gänzlich von Zeitplanungsgrößen dominiert."¹⁹²

Die Fourier-Analyse von Signalereignissen ersetzt auf der konkreten Ereignisebene von Kommunikation die Zeitachse durch den Frequenzbereich. Ein Umbruch im Begriff des technischen Ereignisses ist in dem Moment gewährleistet, in dem "es gelingt, einen Zeitbereich ganz ohne Metaphysik und Geschichtsphilosophie in den Frequenzbereich zu transformieren."¹⁹³

Ambivalenzen von Übertragung: Telegraphie und Telephonie

Das historische Nachrichtenübertragungsmonopol der Post zerfiel

Messe 1966), in: radio-tv-service Nr. 77/78, 19xxx, 2895-2899 (2895)

¹⁹¹ Paul Virilio streibt diese Diagnose dromologisch bis in die Gegenwart voran; Norbert Bolz sieht diese Thesen Marshall McLuhans bereits gebahnt bei Walter Benjamin: siehe Norbert Bolz, Theorie der neuen Medien, München (Raben) 1990

¹⁹² Hans Ulrich Reck, Geschwindigkeit, Destruktion, Assoziation. Zur Zukunft des Erinnerns in der Medienkultur, in: Dieter Bogner u. a. (Hg.), Zur Zukunft des Erinnerns in der Medienkultur, Lehrkanzel für Kommunikationstheorie (Linz), 4, zu Virilio, Paul, Der negative Horizont. Bewegung / Geschwindigkeit / Beschleunigung, München/Wien 1989

¹⁹³ Friedrich Kittler, Draculas Vermächtnis. Technische Schriften, Leipzig 1993, 200. Dazu Knut Ebeling, Archäologische Avantgarden, Habilitationsschrift zur Erlangung der Lehrbefähigung für die Fächer Kulturwissenschaft / Ästhetik, vorgelegt dem Fakultätsrat der Philosophischen Fakultät III der Humboldt-Universität zu Berlin, 2. Juli 2007, 685

weniger mit den elektrotechnischen Analogübertragungsmedien, die den Schriftkanal ins Audiovisuelle multiplizierten (Radio, Fernsehen), in Deutschland aber lange der staatlichen Hoheit (dem Postmonopol) unterlagen; vielmehr lag die Sprengkraft (bzw. Analyse, also Auflösung) in der Telegraphie. Diese stellt einen nur medienarchäologisch modellierbaren Sachverhalt dar, denn im medienhistorischen Sinne ist er ein Anachronismus im zwiefachen, janusköpfigen (rück- und vorausblickenden) Sinne: mit dem Zeichenvorrat noch am Alphabet orientiert, doch als mathematische Operation; ihr fehlte zum wahren Kalkül der Übertragung nur noch der Computer, der seinerseits nun in seiner Vernetzung der Telegraphie näher steht als dem (drahtlosen) Rundfunk. Das Monopol der Post, so die These von Bernhard Siegert, zerschellt an der "Digitalisierung von Übertragung, mit der Übertragung selber als System in der Mediengeschichte aufhören wird zu existieren, nachdem sie zum Subsystem einer allgemeinen Signalverarbeitung geworden sein wird."¹⁹⁴

Medienarchäologie stellt die Frage nach den Möglichkeitsbedingungen und Bedingtheiten der elektrotechnischen Signalverstärkung.¹⁹⁵ Die Kriterien für eine Ausdifferenzierung der Medienoperationen Übertragen und Kodieren finden wir auf der medienepistemischen Ebene. Bernhard Siegert unterscheidet im Kapitel "Echos" seiner *Passage des Digitalen* (2003) *signal intelligence* (Peilen, Orten, Leitsignale) als "ontologisch", weil diese sich immer schon selbst mitkommunizieren), von *communication intelligence* als "hermeneutisch", in der das Übertragungsmedium zugunsten der Inhalte zum Verschwinden kommt. Der medienarchäologische Ansatz sucht die Verschränkungen von Rundfunk und Telegraphie auf der Ebene der Apparate auszuleuchten. Und tatsächlich: 1906 erscheinen zeitgleich, aber auch verschiedenen Kontinenten die Patententwürfe de Forrests und von Liebens. De Forrest entwickelt die Triode in Hinblick auf drahtlose Telegraphie; von Lieben hingegen hat als Unternehmer und Unternehmung die Telephonverstärkung auf der Linie Wien-Brünn im Auge.¹⁹⁶ Die Kathodenstrahl-Triode findet bei von Lieben erst 1910 zu ihrer wirklichen Form.

Den medienarchäologischen *missing link* bildet das Relais. Als technisches Element existiert das Relais seit 1835 in seiner Ausdifferenzierung in Steuerkreis und Arbeitskreis. Das Relais ist von hause aus schon ein Verstärker; damit ist die Verstärkung nicht auf die analogtechnische Verstärkerröhre in der Telephonie oder Musik beschränkt; auch der Telegraph ist schon ein Relais. So gilt es Robert von

¹⁹⁴ Siegert 2003: 285

¹⁹⁵ Beitrag von Sebastian Döring zum Kolloquium *Medien, die wir meinen*, unter dem Titel "AMP, MIX & RECORD - Archäologie des Mischpults", 13. Januar 2010 im Medientheater der Humboldt-Universität zu Berlin

¹⁹⁶ Siehe Franz Pichler, <100 Jahre Elektronenröhre>, in: Lucis xxx

Lieben vom Dispositiv der Telephonie her zu verstehen, de Forrest hingegen von der drahtlosen Telegraphie. Ein methodischer Versuch: der (mathematische) Begriff der "Intervallschachtelung", vom Ziel her (die finale tatsächliche Triode) im Krebsgang rückgreifend, gleich der infinitesimalen Annäherung an die Steigung einer Kurve durch Integration. Das Ziel dabei ist, unabhängig von den Biographien der Erfinder eine Archäologie der Elektronenröhre entlang ihrer konkreten medientechnischen Existenzweisen zu schreiben.

Dieser Weg läuft über medienarchäologische, eben nicht technikhistorische An- und Ausschlüsse, die den technischen Gegenstand hervortreten lassen; erreicht wird damit eine nicht-chronologische Fassung. Etwa der Transistor: einerseits (Protention) das Transistor-Patent von 1930 (J. E. Lilienfeld); andererseits (Retention) schon Ferdinand Brauns Kristalldetektor als Halbleiter. Ein weitere Rückschluß auf dem Weg zur Triode ist die Diode, wie sie von Ambrose Fleming im Zuge von Marconis Radioversuchen entwickelt wurde; demgegenüber weiter rückgreifend die Glühlampe (der Edison-Effekt), der eine Vorform dieser Diode darstellt. Eine Hypertelie (Simondon) stellt demgegenüber die Mehrfachröhre (etwa Manfred von Ardennes Loewe-Opta 3NF) dar, die erste integrierte Schaltung der Welt.

Das Signal als Impuls, also als eine nunmehr diskrete, damit mathematisch manipulierbare physikalische Einheit, konterkariert seit Zeiten der Telegraphie den Begriff kontinuierlicher Übertragung, wie er etwa mit dem Radio verbunden wird. Im Fall der binären Kodierung kommt damit die Elektronenröhre gerade nicht als analoges Verstärkerelement, sondern im diskreten Sinne zum Einsatz, als *regenerative repeater*, der unter verkehrten Vorzeichen dann zum geradezu mißbräuchlichen, weil widernatürlichen Einsatz der Elektronenröhre in der binären Flipflop-Schaltung von Digitalrechnern führt), anders als im bisherigen Sinne der kontinuierlichen Signalverstärkung in Leitungen.

Schon die klassische Elektronenröhre 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 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."¹⁹⁷

¹⁹⁷ David A. Mindell, *Between Humans and Machine. Feedback, Control, and*

Eine weitere Eskalation stellte es dar, als dieser elektrotechnischen Konfiguration (auf materieller Ebene) mit Shannons völlig anderem Begriff von Nachricht gekoppelt wurde, der nicht mehr stetige Signale, sondern binär kodierte Information zur Basis hatte, und das Kommunikationsnetz damit nicht nur Maschine, sondern auch intelligent wurde. Damit dies gelingen konnte, bedurfte es allerdings wieder einer technologischen Modifikation: an die Stelle des Verstärkers (*repeater amplifier*) trat der *regenerative repeater*, der mit Signalen nicht mehr auch das Rauschen verstärkte, sondern klar geschiedene binäre *digits* diskret, also von Unschärfen unberührt, verhandeln kann.

Information rückt hier an die Stelle des energetischen Signalbegriffs. Das gibt Anlaß, auf den Unterschied zwischen Technik und Technologie zu rekurrieren, den der Epistemologe und Wissenschaftshistoriker Michel Serres definiert. Er setzt den „harten“, auf entropischer Ebene arbeitenden Techniken der Industriellen Revolution, kurz: den Maschinen (Mechanik / Thermodynamik), die „sanfte“ Technologie der Datenträger auf negentropischer Ebene entgegen: „Daher behalte ich den Ausdruck `Technologie´ jenen Artefakten vor, die mit Zeichen, also mit dem Logos umgehen, und stelle ihnen die 'Techniken' entgegen, deren energetischer Wirkungsbereich um den Faktor 10^{16} höher liegt.“¹⁹⁸

Die Akzentverschiebung zwischen Speicherung und Übertragung bleibt unspezifisch, solange sie nicht auch die analog / digital-Differenz in der Speicherkultur benennt. Ebenso wichtig wie die von Michel Serres getroffene Unterscheidung zwischen Technik und Technologie ist für die medienwissenschaftliche Analyse der hochtechnischen Kommunikationskultur die Unterscheidung von analogen und digitalen Übertragungssystemen. Methodisch entscheidend ist hier, keine ontologisierende, absolute Differenz zu deklarieren, sondern vielmehr ein Definitionsfeld, eine Matrix zu erstellen, deren diverse Variablen (gleich der Vektorrechnung) verschiedene Gewichtungen haben. Zum Einen ist es die beliebige Mischung, Verteilung und Beeinflussung verschiedener Informationsquellen sowie die Dezentralisierung nicht nur der Speicher, sondern auch der Programme zur Prozessierung ihrer Daten, die Kriterien der digitalen Kommunikation bilden.¹⁹⁹ Zum Anderen ist es die sukzessive Loslösung der Information vom konkreten Träger gemäß der Definition Norbert Wieners, wobei zu unterstreichen bleibt, daß die Loslösung ihrerseits keine absolute, sondern dynamische ist; konkret muß das

Computing before Cybernetics, Baltimore / London (Johns Hopkins University Press) 2004 [Erstausgabe 2002], 112

¹⁹⁸ Michel Serres, Der Mensch ohne Fähigkeiten. Die neuen Technologien und die Ökonomie des Vergessens, in: Transit 22 (Winter 2001/02), 193-206 (194f); Wiederabdruck in: Karin Bruns / Ramón Reichert (Hg.), Neue Medien. Texte zur digitalen Kultur und Kommunikation, Bielefeld (transcript) 2007, 71-87

¹⁹⁹ Frank Winkler (Technische Informatik der Humboldt-Universität in Berlin-Adlershof), E-mail vom 15. Januar 2010

Signal oder der Impuls *immer* in Physik implementiert sein, um zum Vollzug zu kommen.

Der allgemeine Begriff der Verarbeitung spitzt sich dabei auf Codes und höchst zeitkritisch auf softwaretechnische Codecs zu, denn effektive Übertragung von *streaming media* (Ton und Bild) in Internet und Mobiltelefonie erfordert extreme Komprimierung und Dekomprimierung in einem echtzeitlichen Zeitrahmen, der Menschen wie im puren Gegenwartsfenster erscheinen soll und muß, um als Ton oder Bewegtbild überhaupt zustandezukommen.²⁰⁰

Die wechselnden Konstellationen technischer und logischer Elemente in Medien der elektrifizierten Kommunikation läßt sich als Matrix darstellen. Kriterien wie analog / digital, Speicher / Echtzeit, Materie / Information gehen fortwährend neue Konfigurationen ein, die nicht schlicht als lineare Entwicklung (und damit nur unzureichend mit klassischer Technikgeschichte) beschreibbar sind. Die Kommunikationsnatur der neuen digitalen Kommunikationsmedien (IP-Telefonie, MP3 Musik, E-mail, Youtube und virtueller PC) lassen sich dahingehend klassifizieren, daß in ihnen die Informationen vom konkreten Träger (und der energetischen Abhängigkeit?) vollständig gelöst sind. Eine neue Qualität von unabsehbarer Konsequenz: "Genau wie das menschliche Gehirn nach einer gewissen Ansammlung von Neuronen (= Potenz) und unter den äußeren Einflüssen (= Anforderung) den Funken 'Verstand' zündet, ist hier eine digitale Welt entzündet wurden, in der die Informationssammlung, Speicherung, Veränderung und Verteilung ubiquitär wird. Das geht weit und grundsätzlich über die bisherigen Medien und die klassische Digitaltechnik hinaus."²⁰¹

Die symbolischen Operationen des Digitalen aber sind nicht allein jüngsten Datums wie die damit assoziierten Technologien, sondern haben eine kulturtechnische Tiefendimension in der Vergangenheit. Eine medienarchäologische Bedingung von Medien ist, daß sie vorweg als Möglichkeit gedacht worden sein müssen, um dann gemacht werden zu können.

Der Primat zeitkritischer Topologie gegenüber der klassischen Übertragung: das 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

²⁰⁰ Dazu Adrian Mackenzie, Codecs, in: Fuller (Hg.) 2008, 48-55

²⁰¹ Frank Winkler von der Technischen Informatik der Humboldt-Universität in Berlin-Adlershof, elektronische Kommunikation vom 15. Januar 2010

Enthierarchisierung führt. Diese Dezentralisierung hat einen medienarchäologischen Vorläufer im Schritt von der menschlichen Handvermittlung in Telephonämtern zur automatischer Verbindungsherstellung, verkörpert im dekadischen, damit selbst schon ein Kernelement des digitalen Computers vorwegnehmenden Hebdrehwähler. Das Prinzip geht zurück auf Almon B. Strowgers Patent eines *Automatic Telephone Exchange* (1891), das ausdrücklich die Automatisierung der *peer-to-peer*-Kommunikation benennt: "The object is to provide means whereby a person at one station may make connection with any other station in the system, by the aid of electrical appliances, without the assistance of an operator at the central station."²⁰²

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) andererseits, das später vom Internet Protocol (IP) flankiert wird, transformiert die postalische Epoche der übertragungsorientierten Medien zu einer geradezu unmittelbaren 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 zusammzusetzen - 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, Glasfaserkabel 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."²⁰³

Das eigentlich als *medium* bezeichnete, begriffsgebende und mit hin definitorische Element in der Shannonschen Nachrichtenkette, nämlich der (elektro-)physikalische Kanal - also die weltliche Möglichkeitsbedingung für Wahrnehmung (Aristoteles, Heider) und Kommunikation (Shannon) überhaupt - kommt damit allerdings nicht zum Verschwinden: Es bleibt die irreduzible Physikalität in der elektronischen Übertragung, die nach wie vor ein Äquivalent des Speicher- und

²⁰² United States Patent Office, Patent 447918; dazu Sebastian Gießmann, Stimmen senden. Versuch über das Wissen der Telefonvermittlung, in: Wladimir Velminski (Hg.), Sendungen. Mediale Konkurrenz zwischen Botschaft und Fernsicht, Bielefeld (transcript) 2009, 133-153 (148 ff.)

²⁰³ Bernhard Siegert, Relais. Geschichte der Literatur als Epoche der Post, Berlin (Brinkmann & Bose) 1993, 289f

Übertragungsmediums Briefpapier darstellt, nur eben komprimiert zu nahezu materielosen Elektronenströmen und Laufzeitverzögerungen in Leitungen (das *post* elektrischer Leitungen). Im technischen Begriff der "Totzeit" aber kommt zum Ausdruck, daß diese Größe keine emphatische mehr ist; der Kanal transformiert zum mikrozeiträumlichen Aufschub. Mit ihrer radikalen Mathematisierung rückt die Kodierung (und konkret: die gegenseitige Abbildung von Codecs auf Sender- und Empfängerseite) ins Zentrum der Nachrichtenoperation. Während klassische Fernsehbildübertragung den Bildinhalt auf das hochfrequenten Trägersignale aufmoduliert, der dann empfängerseitig demoduliert zum Erscheinen kommt, sind es in der digitalen Übertragung von *streaming media* im post-postalischen System des Internet die Komprimierungsverfahren vom Typus MPEG, welche über das Gelingen des Bilderstroms entscheiden.

Beide Kriterien klassischer Post, nämlich die Unabdingbarkeit eines Trägermediums (nun Signale) und der doppelte Akt von Kodierung (einmal die vokalphabetische Schriftsprache, dann die Adreßstruktur in der Verschickung) bleiben auch im Internet erhalten; auch digitale Mobilkommunikation ist unter der Hand (rechnerisch) näher der Struktur des Briefverkehrs denn der phonetischen Verständigung. Im medienarchäologischen (nicht medienhistorischen) Dazwischen ist die drahtlose Telegraphie angesiedelt, zumal der sogenannte Murray Code (das International Telegraph Alphabet No. 2) als Eskalation des Baudot-Codes. Gegenüber der bisherigen rein seriellen Symbolaufzeichnung auf Papierrollenstreifen wandert hier auch noch der Zeilenumbruch der Schreibmaschine als Anweisung in die elektronische Signalübertragung, ein zeitkritischer Umbruch, der dann in Bildtelegraphie und Fernsehen eskaliert. Als Donald Murray im Oktober 1921 seinen Fernschreiber in den USA patentiert, nennt er ihn nicht etwa "code-transposing", sondern einen *Code-Transposing Apparatus for Telegraph Systems*.²⁰⁴

Kommunikations(hoch)technisch ereignet sich eine "Verschiebung der Machtproblematik von der Ebene der Übertragung auf die übergeordnete Ebene der Verarbeitung" <Siegert 1993: 285>. Dies deutet sich bereits in einem Brief Claude Shannons von 1941 an, worin er (bezogen auf Fragen der militärischen Flugabwehr) die mathematische Theorie von "transmission" mit der von "transformation" gleichsetzt. Während Alan Turing mit seiner symbolischen Maschine reelle Zahlen (weitgehend) berechenbar macht, macht Shannon damit Trajektorien berechenbar.²⁰⁵ Verarbeitung meint hier die *intransitive* Prozessierung diskreter Impulse (PCM), nicht mehr *transitive* physikalische Analogien von

²⁰⁴ Siehe Patrice A. Carré, From the Telegraph to the Telex. A History of the Telegraph, Early Networks and Issues in France in the 19th and 20th Centuries, in: Flux 9 (1993), 17-31

²⁰⁵ In diesem Sinne argumentiert Axel Roch, Claude E. Shannon: Spielzeug, Leben und die geheime Geschichte seiner Theorie der Information, Berlin (gegenstalt Verlag) 2009

elektromagnetischen Wellen zu akustischen Schallereignissen wie in der AM- oder FM-Radioübertragung.

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 hochfrequente Spektrum: Die menschliche Stimme ist nicht länger selbst das medienbestimmende Ereignis, sondern transformiert vielmehr zur Modulation einer Trägerfrequenz. Radiogleich wird aus dem klassischen elektrischen Telephon eine Transmission abstrakter Signale, näher der Telegraphie vereinbarter Symbole denn der Extension menschlicher Stimmen: "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.

Ist es eine List der energetischen Vernunft, wenn nun im Konzept der "intelligenten" Stromnetze die Energieleitungen selbst reaktionsfähig im zeitkritischen Bereich werden, durch unverzügliche Berechnung von Stromverbrauchsflanken und ihrer logistischen Verteilung in Raum und Zeit? Schon das Nachregelungsprinzip dient dazu, den 50Hz-Wechselstrom frequenzstabil zu halten; es eskaliert im Feedback in Echtzeit. Nicht mehr Statistiken über den relativen Stromverbrauch, sondern das unmittelbare Wissen des Netzes über sich selbst bildet dann die Basis seines dynamischen Zeitverhaltens. Ein Vorspiel dazu lieferte die Nachrichtentechnik, die um 1960 mit der Einführung digitaler Vermittlungsnetze begann, welche die Auslastung des Kommunikationsnetzes zu erkennen vermochte und eine Reaktion darauf erlaubte.²⁰⁶

Weite Teile der Nachrichtentheorie des 20. Jahrhunderts wurden entlang von Telephonleitungen entwickelt (Nyquist, Bode); gilt dies auch für das klassische Diagramm der Nachrichtentheorie?

"Es geht [...] bei Shannon [...] um lineare Übertragung, genauer: um eine sichere oder störteste Übermittlung von Steuersignalen in elektronischen Flugabwehrsystemen. Der Trick der Amerikaner war lediglich, dass sie wissenschaftlich und theoretisch publizierten, gleichzeitig aber die epistemologischen oder medialen Grundlagen und die Anwendungen der neuen Theorien in der Regel nicht diskutierten. [...] Shannon führt erst Ende der 50er Jahre 'Two-Way Communication Channels' ein. Zum ersten

²⁰⁶ Friedrich L. Bauer, Kurze Geschichte der Informatik, München (Fink) 2. verb. Aufl. 2009, 111

Mal gab es in der Informationstheorie damit ein System, das linear in zwei Richtungen kommuniziert. Das ist dann schon die Theorie für [...] die bis heute im Gebrauch befindlichen Flugabwehrsysteme - also beispielsweise Patriot. Bis heute glauben fast alle, dass diese Kommunikationsmodelle Shannons auf Telefonie oder Telegrafie zurückgehen. Leider alles historisch und technisch falsch."²⁰⁷

Seit der mathematischen Nachrichtentheorie des 20. Jahrhunderts herrscht nicht mehr das Primat der Übertragung im zeiträumlichen Kanal; was buchstäblich *entscheidend* (0/1) ebenso buchstäblich *zählt*, ist die Kodierung. Die Adreßstruktur im Internet (Hyperlinks und permanente Abrufbarkeit) korrespondiert mit der systemtheoretischen Blickweise, wie es Niklas Luhmann als Medienereignis definiert: "Diejenigen evolutionären Errungenschaften, die an jenen *Bruchstellen* der Kommunikationen ansetzen und funktionsgenau dazu dienen, Unwahrscheinliches in Wahrscheinliches zu transformieren, wollen wir *Medien* nennen."²⁰⁸ Hier geht es eher um schaltungslogische Anschließbarkeit denn um Verstehen, also um zeitdiskrete Entscheidungen vielmehr denn um wertekontinuierlichen *flow*, wie er signal- und programmtechnisch die klassischen elektronischen Massenmedien noch bestimmte. Ist damit der "Fluss der Zeit" in Medien kassiert?²⁰⁹ Entscheidungskritische Computerspiele, die Serien von "Mikroereignissen" zeitigen²¹⁰, praktizieren längst diese andere Zeitweise, in welcher die zeitliche Natur von digitalen, zugespitzt: binären Medientechnologien zur kulturellen Handlungsform wird.

Bernhard Vief sieht den Ersatz von Übertragung (Raum, Zeit) in den Neuen Medien durch "Vervielfältigung", die digitale (verlustfreie) Kopie.²¹¹ Tatsächlich aber meint die Praxis der sogenannten Migration in Medienarchiven nichts anderes als die Übertragung von Information auf andere Trägermaterialien (sei es analog die Verfilmung, oder eben

²⁰⁷ Axel Roch, im Gespräch mit Florian Rötzer: "Auf die Einräder, Ihr Medienphilosophen!" (5. Dezember 2009); <http://www.heise.de/tp/r4/artikel/31/31616/1.html>; Zugriff: 1. Februar 2010. Anlaß ist die Publikation von Axel Roch, Claude E. Shannon: Spielzeug, Leben und die geheime Geschichte seiner Theorie der Information, Berlin (gegenstalt Verlag) 2009

²⁰⁸ Luhmann 1984: 220

²⁰⁹ Hartmut Winkler, Zugriff auf bewegte Bilder, Video on Demand, in: Harald Hillgärtner / Thomas Küpper (Hg.), Medien und Ästhetik. Festschrift für Burkhardt Lindner, Bielefeld (transcript) 2003, 318-331

²¹⁰ Andreas R. Becker, Netzereignis - Ereignisnetz. Zur Frage medialer Ereignisse im Internet, demnächst in: xxx, Marburg (Schüren) 2009, xxx-xxx

²¹¹ 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. Siehe auch Viefs Thesen zur aktuellen Konvergenz von Geld und *bit*, in: Florian Rötzer (Hg.), Digitaler Schein. Ästhetik der elektronischen Medien, Frankfurt / M. (Suhrkamp) 1991, xxx-xxx

Digitalisierung) - also Übertragung nicht mehr im emphatischen Transportsinn, sondern im Sinne der transformatorischen Kopie - eine Vektorisierung der Urkunde, wie sie vorher skalar bestimmt war. Übertragung heißt im 20. Jahrhundert 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. Vief dehnt diesen Gedanken bis zum genetischen Code biologischer Wesen aus - ganz so, wie auch Paul Virilios Dromologie, also Geschwindigkeitsforschung, nach der ersten Phase des beschleunigten Transportwesens und der zweiten Phase der lichtgeschwindigen elektronischen Transmissions- und Übertragungsmedien für die längst angebrochene Zukunft die Epoche der "Transplantation" prognostiziert - was zugleich die Transkodierung meint, die Übersetzung von elektronisch handhabbaren Signalen in mathematisch manipulierbare Codes.²¹²

Technomathematik macht den klassischen Medienbegriff selbst metaphorisch. War die Erzeugung eines elektronischen Bildes in der klassischen Bildröhre noch ein rein physikalisches Ereignis und im Sinne der damit verbundenen Elektrotechnik "analog" (denn die willkürliche Manipulation dieser Physik beschränkte sich auf Modulation), ist das Bild auf dem aktuellen Flachbildschirm zwar immer noch in seiner Möglichkeitsbedingung ein physikalisches, doch primär ist es vielmehr ein logisches. Technologie kippt um in Logotechnik.

Auch Übertragung schrumpft im Zusammenhang binär kodierter Nachrichtenmedien auf eine Operation im Maschinenwerden von Mathematik - eine "Geometrisierung von Zeit" (Bernhard Vief), vertraut von der ebenso symbolischen wie mechanischen Operation des "Übertrags" (der "Eins im Sinn") bei Additionen über einstellige Werte hinaus (Zehnerübertrag). Leibniz löste dies für seine Vierspezies-Rechenmaschine durch die Konstruktion der Staffelwalze²¹³; die zentrale Recheneinheit in Computern kennt eine Variante davon im binären Stellenwertsystem (Halbaddierer).

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 werden. Nicola Tesla allerdings suchte unter verkehrten Vorzeichen Energie drahtlos in gekoppelten Schwingkreisen zu übertragen. Aus dem

²¹² Dazu das Kapitel "Ästhetik der Geschwindigkeit. Paul Virilio", in: Daniela Klock / Angela Spahr, Medientheorien. Eine Einführung, München (Fink) 2007, 133-164 (135)

²¹³ Siehe Reinhard Finster / Gerd van den Heuvel, Gottfried Wilhelm Leibniz mit Selbstzeugnissen und Bilddokumenten, Reinbek b. Hamburg (Rowohlt) 1990, 104-107

elektrotechnischen Modell der wechselseitigen Kopplung läßt sich eine Alternative zum historischen Begriff der Wissenstradierung ableiten: "Selbstorganisation von Wissen durch wechselseitige Stimulierung"²¹⁴; Rupert Sheldrake baut gar auf solche Resonanzen als Erklärung von Evolutionsmustern.²¹⁵

Von besonderem Interesse ist hier der Parameter Übertragungszeit. Im Unterschied zur klassischen elektronischen "live"-Übertragung (Signale als Funktion von Zeit) sind die irreduziblen Verzögerungszeiten in digitalen Kommunikationsmedien anderer, eigenzeitlicher Natur, woran die menschliche Nachrichtensenke - etwa das Ohr - registriert, daß hier tatsächlich "gerechnet" wird. Bemerkenswert ist ja, daß - diese Rechenzeit (ebenso wie die zu berechnenden Daten aus Gegenwart oder Speicher) nicht an einen eindeutig lokalisierbaren Träger gebunden ist, sondern prinzipiell an diversen Orten erfolgen kann, bis hin zum "distributed computing" mit seinen Kaskaden von Zwischenspeichern. "Nur ein Medium, bei dem auch die Übertragung, statt Signale einfach abzuschicken, immer als Zwischenspeicherung über eine diskrete Zeit läuft, erlaubt es, die mühsamen Abgleichverfahren für jedes einzelne Gerät durch digitalen Selbstabgleich [...] zu ersetzen."²¹⁶ Diese Mikropuffer verkündete auch der Weltraum, als im Rahmen der internationalen Phobos-Mission von 1988 ein unter der Leitung von Horst Völz hergestellter Videobildspeicher zum Einsatz kam (R3m), ein Magnetbandspeicher für digitale Bilddaten. Denn in der Regel können von Satellitenkameras erzeugte Bilddatenmengen nicht unmittelbar auf die Erde übertragen werden, sondern benötigen Zwischenspeicher.

In analogen Medien wiederum war die Verzögerung als zeitkritische Komponente technischer Kommunikation nicht als *run-time* von ausgeführten Programmen, also als Laufzeit real implementierter Algorithmen im Spiel, sondern in der Verzögerung von Signalübertragung, die dezidiert eine Funktion der Materialität von Leitungen ist. Die analog-digital-Differenz läßt sich damit als Differenz zwischen "live"-Übertragung (laufzeitbehaftet) und Echtzeit-Übertragung (digital errechnetes, Zukunft antizipierendes Zeitfenster) auch an diesem konkreten Parameter "t" festmachen, als "Delta-t".

Klassische Übertragungskanäle, etwa Leitungen zwischen elektronischen

²¹⁴ Erich Jantsch, Erkenntnistheoretische Aspekte, in: xxx, 171, hier zitiert nach: Norbert Bolz, Am Ende der Gutenberg Galaxis. Die neuen Kommunikationsverhältnisse, München (Fink) 1993, 41

²¹⁵ Rupert Sheldrake, Das Gedächtnis der Natur. Das Geheimnis der Entstehung der Formen in der Natur, Zürich / München (Piper) 2. Aufl. 1996, 156 [AO The Presence of the Past, New York (Time Book) 1988]

²¹⁶ Friedrich Kittler, Gleichschaltungen. Über Normen und Standards der elektronischen Kommunikation, in: Interface 1. Elektronische Medien und Künstlerische Kreativität, hrsg. v. Klaus Peter Dencker, Hamburg 1992, 175-183 (180)

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 length of the pipe. The travel time is dead time. [...] The distance may only be an arm's length, but a low enough flow velocity can translate into a meaningful delay."²¹⁷

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 erweist sich in genau diesem Zusammenhang: Der Einsatz eines *predictor* vermag die absehbare Totzeit vorausrechnend 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. Claude Shannon war aus eben diesem Grunde von der Herausforderung jonglierender Automaten fasziniert.²¹⁸ Was weggerechnet wird, ist die Übertragungs- und Reaktionszeit selbst.

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 unterlaufen²¹⁹). Erstmals generieren vernetzte Computer eine Kommunikation nach eigenem mediengesetzten Recht, das dem menschlichen Kommunikationsbedürfnis im Entwurf des World Wide Web durch Tim

²¹⁷ Doug Cooper, Dead Time Is The "How Much Delay" Variable; *online* unter: <http://www.controlguru.com/wp/p51.html>; Zugriff 25. November 2008

²¹⁸ Zu Shannons "mathematical theory of little juggling clowns" siehe Axel Roch, Claude E. Shannon: Spielzeug, Leben und die geheime Geschichte seiner Theorie der Information, Berlin (gegenstalt Verlag) 2009

²¹⁹ Das "asynchrone Dasein" beschreibt Nicholas Negroponte, Total Digital, xxx1995, 206f

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 Verweis²²⁰; erst die kybernetische Auslösung dieses Link setzt diese Qualität in Vollzug. Anders als Nur-Lese-Texte kommt damit eine 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.

Hypertext trägt den rekursiven Strukturen aufgezeichneter Sprache Rechnung, da er Worte und Texte verbindet, deren Bedeutung jenseits der Linearität des Diskurses in Beziehung und Resonanz zueinander stehen. Damit praktiziert er medienoperativ die bislang eher literaturwissenschaftliche Einsicht, daß Text immer auch ein Netz von Assoziationen ist.²²¹ Der Akzent von Tradition in ihrer Zeitbindung ändert sich vom historiographischen zum archivischen Dispositiv hin: "Das elementare Schema der Kommunikation wäre nicht mehr `A übermittle etwas an B´, sondern `A modifiziert eine Konfiguration, die A, B., C, D usw. gemeinsam ist."²²² So mag eine Form der Darstellung, die topologisch oder assoziativ von einem Punkt zum anderen springt, 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 Links: "Links are intrinsic to documents"; er ergänzt allerdings im Widerspruch dazu: "It is put in by a human") und definiert sie als "a connection between parts of text or other material"²²³ - hier 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 modularer, quasi atomarer Bestandteile, *down to the l(e)ast letter* - als *bit*.

²²⁰ www.w3.org/History/19921103-hypertext/hypertext/WWW/Link.html

²²¹ 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

²²² Pierre Lévy, [Hypertext] xxx, in: Engell et al. (Hg.) 1999: 529

²²³ Theodor Holm Nelson, Literary Machines. The Report on, and of, Project Xanadu, Sausalito, CA (Mindful Press) 1991, 2/23

Wie aber läßt sich die zeitliche Prozessualität des Internet analytisch fassen? Mit Netzen können zwar topologische Zusammenhänge zur einer angemessenen Darstellung finden, zeitkritische Prozesse bilden sie aber gerade nicht (oder nur sehr eingeschränkt) ab.²²⁴ Die Antwort ist die Findung eines neuen Begriffs - der kein neues Medium meint, sondern die Zeitweise eines Mediums zum entscheidenden medientheoretischen Kriterium erhebt. "The real-time web is a set of technologies and practices which enable users to receive information as soon as it is published by its authors, rather than requiring that they or their software check a source periodically for updates."²²⁵ Dazu gehört die Kommunikationsform *instant messaging*; im Sinne McLuhans lautet hier die Botschaft des Mediums: Unverzögerlichkeit, also die Erzeugung einer Pseudo-Kopräsenz der Kommunikation. "Web 3" ist im Zeitbereich; Suchmaschinen wie Google haben längst darauf reagiert, indem sie Seiten in Echtzeit auswerten. Dieses Echtzeit-Netz unterscheidet sich "fundamentally [...] from real-time computing since there is no knowing when, or if, a response will be received" (ebd.).

"Real-time computing (RTC), or "reactive computing", is the study of hardware and software systems that are subject to a "real-time constraint"—i.e., operational deadlines from event to system response. By contrast, a *non-real-time system* is one for which there is no deadline, even if fast response or high performance is desired or preferred. The needs of real-time software are often addressed in the context of real-time operating systems, and synchronous programming languages, which provide frameworks on which to build real-time application software. A real time system may be one where its application can be considered (within context) to be mission critical."²²⁶

So kommt der Begriff des Zeitkritischen auf den Punkt. "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" (ebd.).

Zeit gerät hier aus den Fugen; sie wird selbst zur Fuge, zum Fluchtpunkt einer elektronischen Skalierbarkeit. Diese non-digitale Zeit ist nicht die Zeit der getakteten Uhr, sondern die des elektromagnetischen Feldes, die

²²⁴ Ein Gedanke von Philipp v. Hilgers, formuliert für ein projektiertes Seminar am Master-Studiengang Medienwissenschaft der Humboldt-Universität zu Berlin (Sommersemester 2010)

²²⁵ http://en.wikipedia.org/wiki/Real-time_web; Stand: 20. Januar 2010

²²⁶ http://en.wikipedia.org/wiki/Real-time_computing; Stand: 7. Januar 2010. Siehe auch Axel Volmar (Hg.), *Zeitkritische Medien*, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009

Zeit von Kondensatoren und Spulen, von Schwingkreisen und Operationsverstärkern. Daran erinnert sich die algorithmisierte Medienkultur erneut: "A system is said to be real-time if the total correctness of an operation depends not only upon its logical correctness, but also upon the time in which it is performed. The classical conception is that in a hard real-time or immediate real-time system, the completion of an operation after its deadline is considered useless - ultimately, this may cause a critical failure of the complete system. A soft real-time system on the other hand will tolerate such lateness, and may respond with decreased service quality (e.g., omitting frames while displaying a video)" (ebd.).

Zeit, Signal und Transport

Die technische Automatisierung von Arbeit und Produktion setzte mit einem optischen Medium ein, dem Zeit-als-Bewegung messenden Verfahren der Chronophotographie Eadweard Muybridges und dem vermessenden Taylorismus von Gilbreth. Inzwischen erlaubt der *feedback-circuit* eine immediate Rückkopplung von der Konsumtion zur Produktion, die Veränderungen im System einer unverzüglich („just in time“) als informatorische Modifikation der Produktion selbst zuführt - wie die elektronische Lagerhaltung in Echtzeit an den Verkauf gekoppelt ist. Geordnet und bedient wird hier nach dem Prinzip des *random access*. Die Analogie zum Funktionieren des Computers ist hier nicht länger metaphorisch: „Die<se> neuen Temporalitäten biopolitischer Produktion lassen sich nicht mehr mit Hilfe der traditionellen Zeitvorstellungen verstehen“²²⁷, sondern vielmehr mit einer Theorie der zeitkritischer Medien. Dies zu erkunden verlangt neben dem hard- und softwarebezogenen "lab" auch einen Ort für "experimentelle Epistemologie" (Warren McCulloch). "Epistemische Fragen [...] lassen sich, wenn man in den Begriffen der Kommunikation denkt, theoretisch mit Hilfe der kleinsten Signale beantworten, die in Rechenmaschinen Aussagen in Bewegung darstellen."²²⁸

Zeit-Taktung:

DIE GETAKTETE UHR: ZWISCHEN RELIGION UND MASCHINE

Kulturtechniken der symbolischen Zeitordnung werden technologisch im Uhrwerk. Zwar wird die Ankerhemmung an der Räderuhr als indirekte Folge des liturgischen Rhythmus in Benediktinerklöstern entwickelt, doch dann wird sie zur Provokation der liturgischen Zeit. "Mit der Einteilung des Tages in distinkte Einzelteile, die jeweils innerhalb eines festen

²²⁷ Hardt / Negri 2002: 407

²²⁸ Warren McCulloch, Verkörperungen des Geistes, Wien / New York 2001, 67

Ordnungsrasters von Arbeit und Gebet stehen, ist die Ordnung des klösterlichen Lebens möglicherweise einer der Punkte, an dem das Raster des Rhythmischen etabliert wird."²²⁹ Die Überführung dieses Rasters in eine technologische Ordnung (die getaktete Räderuhr) schlägt dann der überkommenen kosmischen Zeit selbst die Stunde.

Von der Kulturtechnik zur Medientechnologie

Stimuliert durch die technologischen Medien der Gegenwart, entdeckt Kulturhistorie nun auch den Anteil kulturtechnischer Praktiken in vorneuzeitlichen Gesellschaften. Doch das epistemogene Artefakt der getakteten Räderuhr ruft nach einer präzisen Unterscheidung zwischen liturgisch motivierten Zeittechniken und materieller, chrono-technischen Operativität. Kulturtechniken als Vorläufer oder Rückprojektion von Medientechnologien zu verstehen, ist eine medienepistemische Verharmlosung, welche gerade durch die Einholung hochtechnischer Medien in einen historischen Horizont deren Eskalation oder gar Diskontinuität als Paradigma notwendig verfehlt.

Ein Kriterium für das Medienwerden bisheriger Kulturtechniken (des Kalenders, der Zeitählung) ist der Moment, wo sich Zeitmessung von der natürlichen Zeitempfindung löst und zur automatisierten Zeitsetzung wird, deren Takt sich von allegorischen Deutungen befreit. Analog zum Buchdruck im Unterschied zur Handschrift gilt auch für die Räderuhr, daß sie als mechanisches Werk ein zentrales Merkmal technologischer Medien erfüllt: die identische Reproduktion elementarer Maßeinheiten. Im Unterschied zu Ritualen und zur Liturgie ist die mechanisierte Zeit nicht mehr performativ, sondern wird technisch operativ. Doch nicht die Zeit ist hier operativ, sondern ihre Implementierung im materiellen Artefakt.²³⁰

Was Gutenbergs Letterngießverfahren für die Standardisierung von Buchstaben und ihrer Lektüren leistet, leistet die Räderuhr für die Automatisierung von Zeit. Es war in den Zentren liturgischer Algorithmisierung von Lebensformen, den mittelalterlichen Klöstern, daß der technische Grund für die Überwindung des Mittelalters durch Medientechniken gesetzt wurde - eine nur dieser Epoche eigentümliche Verschränkung der Darstellung von zyklischer Zeit (das Kirchenjahr der Liturgie, die Tageseinteilung in Gebetsrhythmen) mit dem spezifisch christlichen Gedanken zeitlicher Linearität. Daraus resultierte das Bedürfnis nach exakt gequantelter Zeitmessung durch gleichlange Stunden (Äquinoktialstunden), also die technisch mediatisierte Zeit.

²²⁹ Rolf F. Nohr, Rhythmusarbeit, in: Britta Neitzel / ders. (Hg.), Das Spiel mit dem Medium, Marburg (Schüren) 2006, 223-243 (225)

²³⁰ Kay Kirchmann, Verdichtung, Weltverlust und Zeitdruck. Grundzüge einer Theorie der Interdependenzen von Medien, Zeit und Geschwindigkeit im neuzeitlichen Zivilisationsprozeß, Opladen (Leske & Budrich) 1998, 138f

Ausgerichtet auf den jüngsten Tag mußte die irdische Zeit ökonomisch genutzt werden.²³¹ Die die Einführung der getakteten Zeit ist ein epistemologisch fundamentales Erbe klösterlicher Kultur - und zugleich ihr Ende. Denn die getaktete Zeit ist buchstäblich ein Kriterium für die (Unter)Scheidung von Mittelalter und Neuzeit. Zeit ist hier Subjekt und Objekt eines medienarchäologischen Moments.

"Vulgäre Zeit"? Die medienarchäologische Frage

Hegels Versuch, Elektrizität durch rein begriffliche Definition ihres Wesens zu fassen, endete in einer Sackgasse; ein neuer Weg zur Handhabung des Phänomens wurde vielmehr durch das elektrophysikalische Experiment und seine Durchrechnung eröffnet. Am Ende dieses Weges steht keine neue Philosophie, sondern die Elektronik. Richard Feynman fokussiert in seinen *Lectures* (1963) den Zirkelschluß eines apriorischen Zeitbegriffs: "Was wirklich zählt", sei ohnehin nicht die Definition von Zeit, "sondern wie wir sie messen"²³² ganz im Sinne der aristotelischen Definition.²³³ Zugespißt aber heißt dies, daß das Rechnen mit Zeit damit zur Funktion von Meßmedien wird, mithin eine medieninduzierte Zeit. Die rein ontologische Fragestellung nach dem Wesen von etwas verschiebt sich damit auf Seiten der Naturwissenschaft in Richtung einer genuin medienarchäologische Herangehensweise der Analyse von Vollzugsweisen, logisch (als Algorithmus) oder technisch (Elektrodynamik) - die Übernahme der philosophischen Fragestellung als Wendung ins Medienoperative, also nicht die Ebene des Seins, sondern des Daseins, also des In-der-Welt-Seins von Etwas, das immer auch ein in-der-Zeit-Sein meint. Fragen wir also nicht: Gibt es Zeit überhaupt?, sondern beschränken vuns auf eine mittlere, die medienwissenschaftliche Ebene, die zur Ontologie und zur Quantenphysik hin gleichermaßen anschlussfähig ist, und suchen "die Beziehungen des Menschen zu seinen Maschinen" (Heinz von Foerster) zu fassen.

Das, was zählt, ist Uhr. Dies erlaubt den Anschluß an den Begriff von Dispositiv und Gestell als Alternative zu technischen Medium im engeren Sinn. Konzept des „Dispositivs“ emergierte im Theoriekontext Michel Foucaults und der Filmkritik Jean-Louis Baudry's zu Beginn der 1970er Jahre. Wie funktion ist das Konzepts für die Analyse medieninduzierter Zeitprozesse? Ist die Uhr ein Dispositiv? Ist sie ein Ge-stell von Zeit?

²³¹ Werner Sulzgruber, *Zeiterfahrung und Zeitordnung vom frühen Mittelalter bis ins 16. Jahrhundert*, Hamburg (Kovac) 1995, 46

²³² Richard P. Feynman, *Vorlesungen über Physik*, Bd. 1, München / Wien (Oldenbourg) 1987, 72. Feynman ferner: "Vielleicht sollten wir sagen: 'Zeit ist das, was sich ereignet, wenn sich nichts anderes ereignet'" <ebd.>.

²³³ Siehe Peter Janich, *Die Protophysik der Zeit*, Mannheim / Wien / Zürich (Bibliographisches Institut) 1969

Uhrzeit, so der Husserl-Schüler Heidegger, sei "vulgäre Zeit", geboren aus dem Geist der Maschine; seine Definition von technischen Verhältnissen als "Gestell" aber verbleibt - zumindest als Begriff, wenn nicht als Konzept - ebenso im Dispositiv des Maschinischen. Demgegenüber zeigt die vorweg illustrierte Abbildung in Strehl 1952 einen Ingenieur in einer riesigen Turbine mit der Legende "Der Mensch im Getriebe der Technik"; mit dem Getriebe im Unterschied zum mechanischen Gestell kommt Bewegung, mithin Zeit ins Spiel. Die von-Neumann-Architektur des Computers ist beständig rekonfigurierbar. Klären wir für einen Moment den Begriff des *Gestells*: Damit bezeichnet Martin Heidegger die Wirklichkeitsauffassung der neuzeitlichen Naturwissenschaft als der privilegierten Zugangsweise zur Welt. Hypothese und Modell, kurz: Hertz'sche "Scheinbilder" treten damit anstelle der klassischen Evidenz. Das aber ist die Bedingung zur Entwicklung elektronischer Mediensysteme geworden. Das Gestell ist, so Heideggers Beispiel, etwa der Meßpunkt einer Experimentalanordnung. "Gestell" ist also kein konkreter Mechanismus, sondern die Gesamtheit, die Sammlung (Logos) einer spezifischen Weise der technischen Entbergung - mithin Techno/logie, die sich von der antiken Konjunktion zwischen Handwerk und Poesie (beides *techné*) verabschiedet hat - notwendigerweise (ergänze ich).

In seinem Bremer Vortrag von 1949 über "Das Ge-stell", womit er das Wesen der Technik benennt, definiert Heidegger implizit technologische Medien: "Das Beständige besteht in der durchgängigen Bestellbarkeit innerhalb solcher Gestellung"²³⁴; der Radioempfang vermittelt einer Schaltung von Bauteilen ist solch eine durchgängige Bestellbarkeit im Vollzug.

Medien sind erst im Medienzustand, wenn sie im Vollzug sind; damit ist Zeit dem Wesen technischer Medien selbst eingeschrieben: "Die Maschine ist ebensowenig ein Gegenstand. Sie steht nur, insofern sie geht. Sie geht, insofern sie läuft. Sie läuft im Getriebe des Betriebes."²³⁵

Mit Newtons *Principia mathematica* und schon mit Galileis "Buch der Natur", das in geometrischen Zeichen geschrieben stehe, setzte eine phänomenologische Mathematisierung ein, die weniger als konkrete rechnerische Operation denn als allgemeines regelgeleitetes Verfahren, als Vorstrukturierung von Erkenntnis gemeint ist - mithin Descartes' Begriff von Methode, hier ganz analog zum Algorithmus. Nicht mehr auf Wahrheit zielt die Forschung, sondern was buchstäblich zählt, ist die Plausibilität des Verfahrens, hier eher dem Wesen der altgriechischen Tragödie nahe (der Notwendigkeit / *ananké*). Bei Platon und Aristoteles sieht Heidegger den Gedanken angelegt: "Das Denken selbst gilt dort als

²³⁴ Martin Heidegger, Das Ge-Stell, in: ders., Vorträge 1949 und 1957, hg. v. Petra Jaeger, Frankfurt / M. (Vittorio Klostermann) 1994, 24-45 (28)

²³⁵ Heidegger 1994: 35

reine *téchne*, das Verfahren des Überlegens im Dienste des Tuns und Machens" <Heidegger 1949: 6>. Der Gedanke ist von Oswald Spengler vorgegeben: "Um das Wesen des Technischen zu verstehen, darf man nicht von der Maschinenteknik ausgehen [...]. *Die Technik ist die Taktik des ganzen Lebens*. [...] Es kommt nicht auf die Herstellung von Dingen an, sondern *auf das Verfahren mit ihnen*."²³⁶

Heidegger hat 1939 über "Das Wesen der Technik" sinniert. Folgt eine implizite Kritik der Medientheorie (*avant la lettre*): "Die Strenge des Denkens besteht im Unterschied zu den Wissenschaften nicht bloß in der künstlichen, das heißt technisch-theoretischen Exaktheit der Begriffe. Sie beruht darin, daß das Sagen rein im Element des Seins bleibt" <Heidegger 1949: 6>. Medien im Vollzug sind im reinen Element der Zeit. Doch Heidegger koppelt Technik an eine makrohistorische Figur: "Die Technik ist in ihrem Wesen ein seinsgeschichtliches Geschick der in der Vergessenheit ruhenden Wahrheit des Seins."²³⁷

Peter Gendolla beschreibt "Die Einrichtung der Zeit" in seinen Gedanken über das Prinzip der Räderuhr²³⁸; Zeit wird hier (im Unterschied zum stochastisch-fließenden Strom der Sanduhrkörner etwa, dem Kathodenstrahl ähnlich) zum Gestell bzw. (still-)gestellt. Heidegger kritisiert die "vulgäre" Zeit der Uhren, wie Aristoteles sie gedacht hat (und Bergson sie als Zeit der Kinematographie ebenso mißtrauisch kommentiert), "die Zeit als homogene, endlose Abfolge von 'Jetztmomenten' oder Augenblicken"²³⁹. Dies aber ist Medienzeit, konkret: Uhrzeit. "Du selber machst die Zeit: das Uhrwerk sind die sinnen: Hemstu die Unruh nur / so ist die Zeit von hinnen" (Angelus Silesius, Cherubinischer Wandersmann, 1657.²⁴⁰ Die Differenz zwischen relativer und absoluter Zeit manifestiert sich anhand der altägyptischen Klepsydra (Wasseruhr): Im Unterschied zur Sonnenuhr setzt sie ihre eigene Zeitbasis, in Griechenland etwa zur Befristung von Gerichtsreden, das pure Intervall, pure *epoché*. Solche Intervalle sind das temporale Gegenstück zur Kategorie der *black box* in technomathematischen Systemen.

Nach dem Modell der mechanischen Uhr wurde eine Zeitlang der künstliche Mensch modelliert; so hat vornehmlich der Automatenbau (wie schon in Musikmaschinen) "durch die Vervollkommnung der Uhrmacherskunst zum erstenmal seit fast tausend Jahren einen neuen

²³⁶ Oswald Spengler, *Der Mensch und die Technik. Beitrag zu einer Philosophie des Lebens*, München 1930, 6 f.; Hervorhebung Spengler

²³⁷ Martin Heidegger, *Über den Humanismus*, Frankfurt / M. (Klostermann) 1949, 27

²³⁸ In: Christian W. Thomsen / Hans Holländer (Hg.), *Augenblick und Zeitpunkt*, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1984, 47-58

²³⁹ Michael Inwood, *Heidegger*, Freiburg / Basel / Wien (Herder) o.J., 99

²⁴⁰ Zitiert nach einer Ausstellungstafel im Deutschen Uhrenmuseum, Furtwangen

Auftrieb erhalten"²⁴¹.

Hier aber liegt die Differenz zur Kybernetik, die (in Nachfolge Hermann von Helmholtz') den Mensch auf physiologischer und neuronaler Ebene modelliert - gerade nicht mehr nach dem Modell der energetischen Maschine, sondern der Informations- als Signalverarbeitung.

Das Problem war in Étienne Bonnot de Condillacs *Traité des sensations* (1754) erkannt, im Bild der *homme-statue*, die dadurch beseelt, also zum Leben erweckt wird, daß sie sukzessive mit den fünf Sinnen ausgestattet wird.²⁴² Die *natura naturata* (als Maschine) aber verfehlt die Dynamik, die *morphé* der *natura naturans* (ebd.).

"Ein wesentlicher Unterschied zwischen den von Menschenhand gefertigten Artefakten in Form von Maschinen und Automaten und den Lebewesen besteht darin, daß die Lebewesen Systeme verkörpern, die historisch auseinander hervorgegangen sind und Spuren ihrer eigenen Geschichte in sich tragen. Sie sind sowohl das Produkt einer langen Stammesgeschichte (Phylogenese) als auch das Produkt einer Individualentwicklung (Ontogenese) und sind nur im Rahmen dieser, ihrer 'Historizität' verständlich."²⁴³

Damit kommen kleinste Zeitmomente kritisch ins Spiel, wie zumal im elektronischen Feld. Hier gilt es nicht mehr Maschinen zu denken, sondern elektromathematische Medien. Anhand des ENIAC wurde es manifest, und hier hat eine Elektronik bereits das Wissen um zeitkritische Prozesse, das erst später theoretisch und diskursiv von Menschen eingeholt wurde.

So eskaliert zeitkritisch, was Platonow für die harmlosere Maschinen-Episteme beschreibt: "daß die Maschinen eher nach eigenem Wunsch leben und sich bewegen als durch den Verstand und das Können der Menschen"; zum Bewußtsein kommt diese Einsicht aber wiederum erst im Menschen, hier: im Wissen des "Altmeister".²⁴⁴

"Ist ein solches Programm [...] erst einmal in die Maschine gegeben, läuft der ganze Rechenprozeß im Elektronen-Gehirn selbsttätig mit einer Geschwindigkeit ab, daß es unmöglich erscheint, den Grad dieser Schnelligkeit noch verstandesmäßig zu erfassen. Das Elektronen-Gehirn arbeitet jetzt in 'Mikroverläufen' der Zeit und rückt gedankliche Vorgänge

²⁴¹ Rolf Strehl, *Die Roboter sind unter uns. Ein Tatsachenbericht*, Oldenburg (Gerhard Stalling Verlag) 1952, 88

²⁴² Daran erinnert Robert Jütte, *Geschichte der Sinne. Von der Antike bis zum Cyberspace*, München (Beck) 2000, 146

²⁴³ Heinz Penzlin, *Ordnung, Organisation, Organismus. Zum Verhältnis zwischen Physik und Biologie*, Berlin (Akademie-Verlag) 1988, 11

²⁴⁴ Andrej Platonow, *Tschewengur. Die Wanderung mit offenem Herzen*, Berlin (Volk & Welt) 1990, 44

in so kurze Zeitabschnitte zusammen, daß sie durch menschliches Handeln und Denken weder ausgenutzt noch überhaupt vorgestellt werden können"²⁴⁵ - es sei denn als Musik, wo solche Prozesse immer schon vollzogen (und theoretisch reflektiert) wurden. Der Königsweg zu einer zeitkritischen Theorie sowohl von Computing als auch Musik ist getaktete Mathematik: Frequenzen, Oszillationen, (algo-)rhythmisierte Impulsketten.

Von der kulturtechnischen Regel zur automatisierten Taktung: die Uhr

Historische Zeit ist eine symbolische Behauptung; realphysikalische Zeit aber waltet als zeitkritisches, weil für den Ablauf der Prozesses entscheidendes Moment in die Maschinen selbst. Technische Medien im Zeitalter ihrer Elektronisierbarkeit sind *Zeit-Apparaturen*: "Die Zeit verhält sich zur Uhr, wie das Denken zu den Medien. Die Uhr 'enthält' gewissermaßen die Zeit, wie die Medien das Denken 'enthalten', da Zeit nicht ohne Uhr wahrnehmbar wäre und Gedanken wären nicht vermittelbar ohne Medien. [...] Damit ist die Uhr das spezifische Medium der Zeit [...] auf deren Takt unsere Wahrnehmung von Medien beruht. Damit Medien aber in der Wahrnehmung funktionieren, muß sich die zeitliche Technik der Medien unsichtbar machen, da wir sonst keine Kontinuität, sondern nur technische Veraktung wahrnehmen würden."²⁴⁶

Die Skala, eine symbolische Notation, macht Zeit relativ exakt ablesbar. Was Präsokratiker als kosmisches Urprinzip formulieren, nämlich die Differenz eines schon vom *alpha privativum* her gedachten *apeiron* gegenüber einem Einschnitt der Zahl, vollzieht sich hier als Uhr: die Regelung und Begrenzung der als unendlich und unbegrenzt gedachten Zeit.

Anaximander von Milet setzt im präsokratischen Griechenland den Gnomon-Stab zur exakten, stundenweisen Umrechnung des kontinuierlichen Sonnenstandes in diskontinuierliche Zeitwerte - eine Geometrisierung der Zeit; die Zwölftteilung selbst aber ist der babylonischen Astronomie entlehnt.²⁴⁷ Vom relativen Zeitbezug zur Sonne löst sich die Uhr in einem Akt der Abstraktion; die Zeitmessung durch Klepsydrren, also Wasseruhren, nimmt der Zeitanzeige ihren Abbildcharakter und wird selbst zur *time base*. Nicht mehr die Natur des Lichts gibt den Tag an, sondern eine Technik erobert sich auch die Möglichkeit der Zeitmessung in der Nacht - ein negentropischer Akt, der

²⁴⁵ Strehl 1952: 26

²⁴⁶ Michael Treutler, Allokation von Medien-Zeit, <http://www.cafe-diem.de/treutler/studium/medienzeit/kapitel3.htm>; Zugriff Juni 2005

²⁴⁷ Michel Serres, Gnomon. Die Anfänge der Geometrie in Griechenland, in: ders. (Hg.), Elemente einer Geschichte der Wissenschaften, Frankfurt/M. (Surhkamp) 1980

Kulturmomente setzt; negentropisch schon deshalb, weil etwa im Öllicht die vergehende Zeit sich am Verbrauch, dem Verzehr des Öls selbst mißt:

Bei Feueruhren ist das Vergehen der Zeit bildhaft, da sich der Brennstoff scheinbar ganz verflüchtigt und durch diesen Prozeß das Vergehen von Zeit anzeigt. Das Begrenzende hier ist genau die Geschwindigkeit, mit der dieser Verbrennungsprozeß abläuft. Es findet eine endotherme Reaktion bei der chemischen Umsetzung der Stoffe Wärmeenergie und Licht statt, die für die Zeitmessung allerdings nur nebengeordneten Charakter besitzen. Der Punkt, auf den es ankommt, ist der Verbrauch des Brennstoffes pro Zeiteinheit.²⁴⁸ Hier deutet sich an, was Norbert Wiener später (in Anlehnung an Leo Szilards Aufsatz "Über die Entropieverminderung in einem thermodynamischen System bei Eingriffen intelligenter Wesen" von 1929) zur Unterscheidung von Information gegenüber Energie und Materie bewegt und was für die Operationen des Computers bestimmend ist: Für den Ablauf des Prozesses ist nicht mehr der Energiehaushalt entscheidend, sondern die Zeit-Information. Das Maß für die Zeit ist in physikalischen Systemen die zunehmende Entropie, eine thermodynamische Fortentwicklung des Sanduhr-Modells als Dispositiv.

Mit der Loslösung der Zeitmessung von natürlich-zyklischen Zeitvorgaben (Sonne, Mond) ist die Uhr keine schlichte Prothese des Menschen mehr. Die Uhr deutet McLuhan als sinneserweiterndes Werkzeug des Menschen, doch ist das Uhrwerk keine Verlängerung eines Organs und selbst kein Organismus, sondern ein Mechanismus, der nur im autopoietischen Einklang mit seinen technischen Regeln fehlerintolerant funktioniert. "Im Gegensatz zum Werkzeug und anders als dieses wirkt das Instrument nicht auf die Stoffe ein: Es ist ein Modell und ein Modus der Kontrolle."²⁴⁹ Damit stellt die Uhr eine kulturtechnische Eskalation hin zu Medium nach eigenem Recht dar, analog zur Turing-Maschine, die als Ausweitung der Kognition selbst zu beschreiben ist. Im Computer als von-Neumann-Architektur, also in die reale, weil zeitverfallene physikalische Welt implementiert, laufen Turing-Maschine und künstliche Zeit-Taktung ineins.

Wird im Vorderen Orient und am Mittelmeer noch mit Licht und Wasser gemessen, sind Kulturen in kühleren und dunkleren Breiten zur Entwicklung alternativer Zeitmeßtechnologien genötigt. Gefrorenes Wasser läßt keine kontinuierliche Zeitmessung zu, sondern hebt sie auf. Das Mittelalter setzt auf die Sanduhr zur Messung kurzer Zeitabschnitte, etwa die 30 Minuten für die Seefahrt zur Wachablösung und zur Messung durchfahrener Strecken. Der medienepistemische Moment der Sanduhr

²⁴⁸ Ein Argument von Julian Röder, *Die Zeitmaschine*. Seminararbeit zur Lehrveranstaltung *Zeitkritische Medien*, Seminar für Medienwissenschaft, Humboldt-Universität zu Berlin, Wintersemester 2004/05

²⁴⁹ Serge Moscovici, *Versuch über die menschliche Geschichte der Natur*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1990, 220

liegt im Verhältnis der Sandkorngröße zum Durchmesser der Verengung proportional zur Schwerkraft als Antrieb des Ablaufs. Erst daraus errechnet sich die bestimmte Menge Sand pro Zeiteinheit: ein stetiger Vorgang, der dennoch aus kleinsten Partikeln und ihren Sprüngen besteht. Schrieb Archimedes von Syrakus einst ein Sandbuch, um sich der Frage der Berechenbarkeit von Sandkörnern auf der Welt zu stellen, so bietet die Sanduhr ein Medium der Messung von Sand durch die Zeit. Am Flaschenhals der Sanduhr aber sitzt unverhofft Maxwells Dämon, der um die Bewegung jedes einzelnen Teilchens weiß.

Das kulturtechnische Dispositiv für die Erfindung der mechanischen Uhr ist zunächst die Taktung von religiösem Ritus, Liturgie und monastischer Regel. Doch erst mit der hemmwerkregulierten Räderuhr wird die Maschine aktiv und steuert ihrerseits Diskurse. Zunächst ist es ein Bedürfnis der Benediktinerklöster, die sieben Perioden der Andacht eines Tagesablaufs (eine chronotechnische Regelmäßigkeit) durch akustische Signale, im Glockenwerk anzuzeigen. Papst Sabinian (im Amt 604-606) schreibt das öffentliche Läuten der zwölf Tagesstunden vor, ein erstmals nicht mehr (nur) optisch, sondern primär akustisch übertragenes Zeitsignal im zeitbasierten Medium der akustischen Schwingungen. Hier aber ist die Uhr noch nicht ein zeitmessendes, sondern vielmehr zeitstrukturierendes Element.²⁵⁰ Bischoff zählt zu den "Mitteln, deren sich die ältesten Völker beim Zählen bedient haben", auch "die Paternoster der Katholiken und Muhamedanen", "ob sie gleich zu einem andern Zweck, als dem des Rechnens erfunden und eingeführt worden"²⁵¹. Neil Postman nennt für das epistemologische Umschlagen von ritueller zu profaner Taktung seinerseits ein Datum, das Jahr 1370, als der französische König Karl V. anordnet, daß alle Bürger von Paris ihre Privat-, ihr Geschäfts- und Arbeitsleben nach den Glocken des königlichen Palastes ausrichten sollen, die alle 60 Minuten schlugen. Auch die Kirchenglocken von Paris werden fortan unabhängig von kanonischen Stunden danach gestellt - mithin ein medienarchäologisches Datum für das Ende des Mittelalters. Eine der ersten noch erhaltenen Uhrwerke in der Kathedrale von Salisbury von 1386 wird von einem sich senkenden Gewicht angetrieben und läutet die Glocken stundenweise, aber noch ohne Ziffernblatt. In der Epoche der Radartechnik aber werden momentane Standorte von Flugobjekten nach Stunden- und Minutenposition vom Kathodenstrahlbildschirm abgelesen - die zeiträumliche Relativierung des Uhrzeigers selbst.

Die mechanische Uhr wurde zum Dispositiv der standardisierten Produktion und der regelmäßigen Arbeitszeit - Kriterien, die für den Buchdruck zutreffen und das technischen Medium überhaupt erst definieren.²⁵² "The clock, not the steam-engine, is the key-machine of the

²⁵⁰ Postman 1992: 22

²⁵¹ Bischoff 1804 / 1990: 20

²⁵² Lewis Mumford, *Technics and Civilization* [1934], New York (Harcourt, Brace

modern industrial age."²⁵³ Verschärfend schreibt McLuhan in *Understanding Media* (1964): "The clock and the alphabet, by hacking the universe into visual segments, ended the music of interrelation. The visual desacralizes the universe." Doch der Begriff der "mechanischen Uhr" (wie ihn Mumford zentral einführt) ist unpräzise, insofern wir es zwar mit einem Chassis, einer Halterung zu tun haben, in sich mechanische Elemente bewegen, doch bewegliche Komponenten kennen wir auch an anderen Uhrentypen. Sanduhren und Klepsydras dagegen beruhen nicht auf mechanischen Teilen, sondern auf der einfachen Verschiebung der verwendeten Stoffe, damit den Gesetzen der Thermodynamik näher als der Newtonschen Physik, deren mechanistisches Weltbild Reversibilität und Wiederholung suggeriert. Die Automatisierung der Zeitanzeige autonomisiert sie als informationellen Prozeß und zeitigt ihrerseits kybernetische Ansätze der Selbstregulierung (Rückkopplung).

Umso eklatanter ist der nach seinem submarinen Fundort vor der Insel Antikythera benannte Mechanismus, der 1903 als deformierter Klumpen mit Bronzeteilen zutage kam - Entropie am Zeitmeßgerät selbst. Bis zur Unkenntlichkeit korrodiert, rekonstruierte hier im vielfachen Sinne Medienarchäologie mit Röntgenmethoden ein Zahnradgetriebe aus hellenistischer Zeit, das nun mit den Statuen der Klassik im Nationalmuseum von Athen konkurriert, sich aber als technologisches Medium im Unterschied zu Plastiken nicht unmittelbar ästhetisch, sondern erst im operativen Vollzug entbirgt. Medien zeitigen einen neuen Typus von Objekten, die sich gegenüber den klassischen Artefakten der Kultur autonomisieren; die funktionsfähige Nachbildung im Deutschen Museum München steht dem antiken Original nämlich archäologisch ebenso nahe wie seine verklumpte Hardware. Derek de Solla Price interpretiert das System als astronomisches Rechengerät. Dieses gerne als archaischer Computer bezeichnete Artefakt fungiert im Sinne der Komputistik: ein Instrument der Kalenderberechnung, wie es schriftlich von Archimedes überliefert ist, ausgestattet mit einem Differenzial, wie es erst 1575 wiedererfunden wird. Damit ist an diesem technischen Artefakt, das seinerseits Zeit vorgibt, anders als unmittelbaren Kulturtechniken eine Zeitlichkeit nach eigenem Recht am Werk, die sich keiner linearen historischen Entwicklung fügt, sondern eine Eigenlogik fortschreibt: Das Zahnrad funktioniert als Zahnrad auch unantiek, nämlich je gegenwärtig. Für medienarchäologische Zeitlichkeit von technischen, logischen und mathematischen Objekten gilt, daß sie langfristig stabil bleiben und den jeweiligen kulturellen Epochen, die sie ummanteln, ihre Eigengesetze vorschreiben. Änderung schiebt hier als sprunghafte Eskalation, getrieben von diskursiven Neuwahrnehmungen non-diskursiver Mechanismen.

Johannes Kepler vergleicht die Himmelsmechanik nicht mit einem

Jovanocich) 1963

²⁵³ Mumford 1934: 14

göttlichen Gefüge, sondern vielmehr mit einem Uhrwerk. René Descartes hält die letztendliche Generierung von Früchten eines Baumes für ebenso natürlich und ebensowenig künstlich wie die Fähigkeit einer Räderuhr, die Zeit zu nennen. De La Mettrie hat keine Hemmung, den menschlichen Körper als Uhrwerk zu denken. In dem Moment, wo das Universum vielmehr als Uhrwerk betrachtet wird, wird auch die Uhr selbst ein Automat ohne göttlichen Autor. Gottfried Wilhelm Leibniz' Monaden sind gleichsam von einer *master clock* synchronisiert. Robert Boyle modelliert das Universum gleich "einer seltenen Uhr, etwa der des Straßburger Münsters, in der alle Dinge so klug ersonnen sind, daß sie, nachdem die Maschine einmal in Gang gesetzt ist, nach dem ursprünglichen Entwurf des Erbauers von alleine funktionieren und die Bewegungen [...] keine besonderen Eingriffe von seiten des Erbauers oder irgendeines von ihm beauftragten vernunftbegabten Wesens erfordern." Hier tut sich die ganze Differenz zwischen Werkzeug, Instrument, Maschine und Automat auf. Die Welt als Uhrwerk ohne Uhrmacher zu denken aber stößt an die Grenzen der philosophischen Aufklärung. Alan Turing läßt seine Maschine nur das Berechenbare berechnen; diskrete Taktung ist für die in reale operative Welt implementierte Rechnung namens Computer (als strikte sequentiell operierende von-Neumann-Architektur) Bedingung. Gilbert Ryle beginnt demgegenüber auch das "Nichtuhrwerk" zu denken.

An dieser Stelle blitzt ein medienarchäologisches Momentum auf: eine Mediengeschichte der Uhr, also eine narrative Zeitordnung, wird durch die getaktete Uhr als Information von Zeit zugleich infrage gestellt, ein konkurrierendes Zeitmodell. Christiaan Huygens' Pendeluhr hat Zeitmessung bis auf Sekundenebene elementarisiert; das Doppeluhr-Experiment von 1655 hat die Physik selbst in ihrem Dasein einer vermessenden Zeitlichkeit unterworfen - einer Zeit, die nicht die der emphatischen Historie ist, sondern eine Welt mikrozeitlicher Ökonomien der Synchronisation eröffnet.²⁵⁴ Martins Heidegger schaltet in Paragraph 80 von *Sein und Zeit* (1927) nicht von ungefähr ausgerechnet im Uhren-Kapitel von fundamentalontologische auf positivistisch-kulturhistorische Beschreibung um. Heideggers Dilemma: "Eine Geschichte, die ja wesentlich Zeit ist, überkreuzt sich mit jener anderen Geschichte, die die Maschinen der Zeitmessung selber durchlaufen. Uhren sind ontische, also der Fundamentalontologie unterworfenen Apparate, die gleichwohl geschichtlich unterschiedene Ontologien zeitigen."²⁵⁵ Kittler weist Heidegger nach, daß dieser (immerhin ehemaliger Mathematikstudent) "die Linie von Platon über Aristoteles bis Hegel mit der Linie von Ptolemäus über Kepler zu Huygens nicht korrelieren kann" <236>, doch dies liegt genau an der Unmöglichkeit einer historischen Medienarchäologie. Medienarchäologie geht nicht vollständig im Modell der Historie auf oder sie ist nicht; dies resultiert nicht in einer

²⁵⁴ Siehe Arkady Pikorsky ete al., *Synchronization. A universal concept in non-linear sciences*, Cambridge (UP) 2003

²⁵⁵ Friedrich Kittler, *Kulturgeschichte der Kulturwissenschaft*, xxx 2000, 235 f.

posthistorischen Ästhetik, sondern in einer Wahrnehmung dessen, daß beide Modi ein gemeinsames Interesse haben: Vorgänge in der Zeit, das Zusammendenken von Vergangenheit respektive Abwesenheit und Zeit, aber eben auch alternative Formen, unterschiedliche Niveaus und verschiedene Modi der Zeitschreibung. Aristoteles hat Zeit und Zahl ursächlich zusammengedacht - und damit die Irritation der Erzählung, an der sich die Bruchstelle von Historie und Medienarchäologie schon graphisch abzeichnet, formuliert.

Die Waaghemmung der Räderuhr läßt ein, das Wesen eines Mechanismus als medienepistemogenes Ding zu erhellen; die Beschreibung ihres historischen Moments läßt zugleich methodische Implikationen der Medienarchäologie an ihr reflektieren.

Das zeitgebende (zeittaktende) Objekt des mechanischen des durch Hemmung betriebenen Uhrwerks fügt sich zunächst nicht dem technikhistorischen Erfindernarrativ: "Kein Eintrag in einer Chronik, kein erzählender Bericht, keine Konstruktionsbeschreibung machen die Erfindung zu einem datier- oder lokalisierbaren Ereignis"²⁵⁶, also nicht eintragbar in den Zeit/Raum der Historie. Denn hier wird eine andere Zeitordnung durchgesetzt, die asymmetrisch zur Zeitökonomie der Historie sich verhält. Womit plastisch wird, daß Medienarchäologie nur bedingt einer historischen Erzählung unterworfen werden kann; sie steht einer Taktung des Archivs näher, insofern beide Bereiche (die Zeit der Räderuhr, der Raum der Akten) dem Diskreten zugehören, nicht dem Kontinuierlichen. Digitales Taktieren der Uhrwerke, diskrete Buchstabenserien der Archive. Faßbar ist die Räderuhr als Schnittstelle von Analogem und Diskretem in der wundersamen analog/digital-Umsetzung einer energetischen Federspannung des aufgezogenen Uhrwerks in den diskreten Takt der Sekunden und Minuten - also reine Information.

Das entscheidende Bauelement der Räderuhr im Unterschied zu vertrauten Uhrmechanismen, die Waagbalkenhemmung, "kommt in der zeitgenössischen Wahrnehmung gar nicht vor. Allenfalls rückblickend wird sie als bedeutsam, aber rätselhaft beschrieben"²⁵⁷ - gerade weil ihr Mechanismus am Interface des Ziffernblatts auch nicht wahrgenommen wird. Technische Medien erzielen ihren Effekt durch die Dissimulation ihrer Mechanismen. "Das Auftauchen der Schlaguhren dagegen ist sofort registriert und als technisch sensationell [...] empfunden worden" (ebd.): Wahrgenommen wird nur, was sich den Sinnen unmittelbar darbietet - der Effekt einer fortschreitenden Zeit, obgleich der Blick in die Hemmung keine Linearität, sondern vielmehr ein Pendeln suggeriert (ein erster binärer Mechanismus vor aller Elektrotechnischen +/- Polung) und sofort die Frage nach dem Energieverbrauch, der Entropie im Akt der

²⁵⁶ Dohr-van Rossum 1995: 50

²⁵⁷ Von Rossum 1995: 50

Beobachtung, aufwirft - Maxwells "Dämon", auf den Leo Szilard dann antwortet.

Pater Alexandre, Verfasser eines uhrentechnischen Handbuchs, beschreibt 1738 den Findungsmoment analog zu Barry Powells Definition des "unknown adaptors", jenes unbekannter Wundertäters, der durch Hinzufügung von Lautzeichen das phönizische Silben- zum Vokalalphabet wandelte - eine entscheidende kulturtechnische Modifikation. "Es ist gewiß, daß derjenige, welcher zuerst das Mittel erfunden, die Zeit durch die Bewegung gezählter Räder, welche dadurch gemildert wird, daß die hin und herschlagende Unruhe solcher Wechselsweise widersteht, abzumessen, wenn er uns bekannt wäre, alle unsere Lob-Sprüche verdienete, allein die Geschichte" - hier noch als Kollektivsingular verstanden - "lehren uns hievon nichts gewisses."²⁵⁸ Hier liegt ein Fall jener "anonymen Geschichte", mit der Siegfried Giedion sein Buch *Mechanization takes Command* untertitelt. Erst der Mechanismus der Waagbalkenhemmung erlaubt, daß "der Ablauf einer gewichtsgetriebenen Welle so gebremst und reguliert wird, daß sich deren gleichmäßige Drehung als Zeitnormal, z. B. für eine Äquinoktialstunde, eignet."²⁵⁹ Damit wird die Räderuhr zum *zeitgebenden* Instrument und setzt eine von der Natur abstrahierte Zeit. In dieser Eigenschaft ist sie das Gegenstück zu Gedächtnismedien: aufgespeicherte Energie (die aufgezoogene, gehemmte Metallfeder) ist ein physikalisch-energetischer Speicher, der taktweise in Information ("Zeitangabe") verwandelt wird - vergleichbar dem elektromagnetischen Relais im Einsatz für binäre Digitalspeicher. Die Zeitangabe wiederum - als Datierung - dient der Bestimmung von historischem Gedächtnis (oder Geschichte überhaupt), etwa in Archiven; deren Dokumente tragen die historische Zeit an sich nur durch Zuschreibung, durch Datierung, also extern (oder aber in der intrinsischen Materialität ihrer Beschreibstoffe und in der Software ihrer jeweiligen Sprachlichkeit, Archaismen, Schriftbilder).

Mit komplexen medientechnischen Artefakten wie der Räderuhr mit Waaghemmung kommt die Kunst der medienarchäologischen oder besser archäographischen Ekphrasis ins Spiel: "Ohne eine solche Bremse würde sich die Drehung der Welle ständig beschleunigen. Die Hemmung wird dadurch bewirkt, daß ein auf der Welle festmontiertes oder mittels [...] Übersetzungen mit ihr verbundenes Steigrad mit einer ungeraden Zahl sägeförmiger Zähne in eine Spindel mit zwei gegenwinklig angeordneten Lappen eingreift. [...] Die Dauer der Schwingung der trägen Masse von Spindel und Waag läßt sich durch die Verschiebung von Reguliergewichten auf / dem Waagbalken verändern. [...] Die hin- und herschwingende, oszillierende Bewegung hat verschiedene bildhafte Namen für die Vorrichtung inspiriert: "Unruhe", "foliot" (von einem

²⁵⁸ Zitiert nach Dohrn-van Rossum 1995: 49

²⁵⁹ Dohrn-van Rossum 1995: 52

zitternden Blatt, zuerst bei J. Froissart, um 1370), seltener auch 'frouwen gemuete'.²⁶⁰

Die Kunst der Beschreibung medientechnischer Dinge erfordert zugleich die Präzision der archäologischen Ekphrasis, wie sie Johann Joachim Winckelmann zur ästhetischen Blüte trieb und damit modellbildend für eine ganze Kunst- und Literaturwissenschaft wurde; zugleich aber zeigt sich hier, wie eine Kultur um eine neue Sprache zur Beschreibung neuer Dinge ringen muß. Die klassische Beschreibungskunst entstammt der Rhetorik, ist also auf linguistische Figuren angewiesen. Demgegenüber fordert ein neuer Typus von Gegenständen einen neuen Darstellungstypus - etwa die Sprache der Mathematik oder die technische Zeichnung (das Diagramm); die Geschichte der Literatur ist auch eine Geschichte des Scheiterns in der Beschreibung technischer Dinge.²⁶¹ Allerdings ist der verbalsprachliche Text das Medium, diese Grenzen seinerseits zu reflektieren - wie es die *Encyclopédie* von d'Alémbert / Diderot in ihrer Zweiteilung aus Lexikon und Abbildungsteil illustriert. Eine Erkenntnis aus der Philologie wird damit auf das *close reading* technischer Objekte übertragbar; eine "Grundregel der Interpretation besagt, daß die Interpretation genau ihrem Gegenstand angepaßt werden muß, so daß ihre Methoden wechseln je nach der Eigenart der Texte mit denen sie es zu tun hat."²⁶² Dieser Wechsel ist bei technischen Medien umso dramatischer, wo nicht nur die Formate, sondern auch die Technologien grundlegend wechseln.

Dohrn-van Rossums technische Beschreibung der Räderuhr steht im Kontrast zu einer Beschreibung derselben aus der Frühneuzeit. Der Basler Uhrmacher Heinrich Halder versucht sich an einer Gebrauchsanleitung für die von ihm 1385 für Luzern gebaute Turmuhr: "Und so das Frouwen gemuete ze balde gat, des dich dunke, so henke di bli kloetzli vaste hin us an das redelin, und so es ze trege gat, so henke si hin in an das redelin, hie mitte macht du es hindern und fürdern wie du wit."²⁶³

Exakt ist Uhrzeit erst in dem Moment, wo die Genauigkeit unterhalb die optisch wahrnehmbare Schwelle rückt. 1843 wird das elektromagnetisch angetriebene Pendel patentiert, gefolgt dann an Präzision von der Quarzuhr, wo ein elektronischer Schwingkreis an die Stelle des Pendels selbst tritt: eine völlige Medialisierung der Uhrzeit, impulsgesteuert vom

²⁶⁰ Dohrn-van Rossum 1995: 52 f.

²⁶¹ Siehe Hanno Möbius / Jörg Jochen Berns (Hg.), *Die Mechanik in den Künsten. Studien zur ästhetischen Bedeutung von Naturwissenschaft und Technologie*, Marburg (Jonas) 1990; ferner John Bender / Michael Marrinan (Hg.), *Regimes of Description. In the Archive of the Eighteenth Century*, Stanford, Cal. (Stanford UP) 2005

²⁶² Hermann Fränkel, *Über philologische Interpretation*, in: ders., *Wege und Formen frühgriechischen Denkens*, München (Beck) 1960, 294-312 (294)

²⁶³ Zitiert nach: Dohrn-van Rossum 1995: 53

Schwingquarz (1927 vom Telekommunikationsingenieur Warren Marrison in den Bell Laboratories von New Jersey erfunden).

Die Atomuhr schließlich legt den Wert der Normalfrequenz nicht mehr durch Röhren und Transistoren, sondern einen quantenmechanischen Prozeß fest - Zeitmessung durch elektrische Bestimmung der konstanten naturwertigen Eigenschwingungen von Atomen und Molekülen (Cäsium-Atomuhr). Diese Uhren werden dann ihrerseits Zeitgeber für Funkuhren, die ein Zeitsignal empfangen. Mit dem Fernsehbild wird die zeitkritische, weil auf strikter Synchronisation von Aufnahme und Übertragung beruhende Operation (seit der Nipkow-Scheibe) massenmedial wirksam.²⁶⁴

Gab es in Deutschland lange Zeit noch parallel existierende, reaktiv zueinander sich verhaltende Regionalzeiten, erzwang erst die Durchquerung dieser Räume durch das Bewegungsvehikel Eisenbahn deren temporale Synchronisation - nicht aus Gründen der Bewegung selbst, sondern der Information (Fahrpläne). 1884 folgt die internationale Standardzeit-Konferenz in Washington; Sandford Fleming propagiert zu diesem Zweck ein elektrisches Telegraphennetz rund um die Erde, das später vom Radiosignal ab- und erlöst wird. Einhudnert Jahre später wechselt dieses Zeitnetz aus dem Makro- in den Mikrokosmos. Die technische Standardisierung befördert auch einen medienepistemischen buchstäblichen Zeiteinstellungswechsel "von gleicher Stetigkeit und einem gleichen Verlauf"²⁶⁵ - bis hin zum Begriff der "Nachrichten" als zeitkrischer Ausrichtung von Aufmerksamkeit auf Information.

Mechanisiert wird die Zeit zum Takt. Die Uhren, Taktgeber einer ganzen Ökonomie seit den Räderuhren der Frühneuzeit, ist in die Maschinen selbst gewandert. In der von-Neumann-Architektur des Computers ist der Quarz selbst Frequenzgeber; es zählt nicht mehr eine Uhrzeit, sondern die Taktung als zeitkritische Bedingung (*arché*) der Synchronisation von Rechenoperationen. Diese Herstellung des Datengleichlaufs numerischer Operationen ist Bedingung dafür, daß optisch-sinnliche bzw. auditive Phänomene auf der Ebene von Interfaces dem Menschen gegenüber erst zustandekommen - eine Erscheinungsebene, "die ihre elektrische Struktur verdeckt, sie unsichtbar werden läßt"²⁶⁶ und gerade durch diese technisch-funktionale Dissimulation (die operative Ebene von Medien im Vollzug) erst ihren medienphänomenologischen Effekt erzielt. Diese Synchronizität ist ein definierendes Merkmal für das Funktionale sogenannter Neuer, prozeßgebundener Medien überhaupt.

²⁶⁴ Zu alledem Gerhard Dohrn-van Rossum, Die Geschichte der Stunde, München (dtv) 1995

²⁶⁵ Hickethier 2002: 114

²⁶⁶ Knut Hickethier, Synchron, in: Werner Faulstich / Christa Steininger (Hg.), Zeit in den Medien - Medien in der Zeit, München (Fink) 2002, 123

Abstraktion der Zeit: Klosterwelten

Welcher Wille setzte die mechanische Differenz der Spindel-Waag-Hemmung, von der aus das Zeigerwerk der spätmittelalterlichen Räderuhr bewegt wird, durch? In den Klöstern herrschte zunächst kein zwingendes Interesse am mechanisch reproduzierbaren Gleichtakt, an standardisierter Zeit. Bis zur Frühneuzeit gilt im christlichen Ritus vor allem das Prinzip der Temporalstunden, also ungleiche Längen je nach Maßgabe der Tageslichtzeit zu den vier Jahreszeiten. Die Benediktregel seit 540 schreibt die Regelmäßigkeit des Gotteslobs vor, doch nicht den isochronen Gleichtakt; für die monastischen Stundengebete (Horen) gilt weiter die alte temporale Tageseinteilung nach Sonnentagsvierteln bzw. zwölf Stunden zwischen Sonnenauf- und untergang. Die spirituell ausgerichtete Zeitästhetik tritt in Differenz zur agrarischen Zeitempfindung; im Gegensatz zum buchstäblich natürlichen Rhythmus der Landbevölkerung stand das Leben im Kloster, das auch in der Dunkelheit nach Zeitanzeige durch Glockenschlag rief, und damit die Möglichkeit einer von der Natur abstrahierten Zeit trainierte. So fanden Wasseruhren Verwendung, deren Äquinoktialstunden jedoch lange Zeit noch in Temporalstunden umgerechnet wurden.

Chronologie, Uhr, Takt: Monastische Zeitplanung

Primär mündlich kommunizierende Kulturen bedürfen der formelhaften Gesänge als Form der Tradition mit hohem Grad an Varianz. Mit externen Stimmspeichern wie der phonetischen Schrift aber sind andere Formen des Transports von Information möglich. Wo Tradition mit schriftlichen Aufzeichnungen in Form von Diarien, Kalendarien und Annalen alternative Speicher einhergeht, treten technologisch repetitive Funktionen in Konkurrenz zum diffus memorierenden Mensch. Religiöse kanonische Handlung erlaubt kleine temporale Abweichungen und bedürfen lediglich der zeitunkritischen Vorschrift - etwa das Gebetbuch. Dennoch spielten die benediktinischen Regeln eine Vorreiterrolle in der spätmittelalterlichen Entkopplung von natürlichen und artifiziellen Zeitgebern - nur so ist eine Mitternachtsmesse möglich.²⁶⁷

Ist es die zeitliche Taktung der zweiwertig tickenden Uhr, die Leibniz im Sinn hat, wenn er seine theologisch-mathematische Dyadik formuliert? „Wunderbarer Ursprung aller Zahlen aus 1 und 0, welcher ein schönes Vorbild gibe des Geheimnisses der Schöpfung, da alles von Gott und sonst aus Nichts, entstehet: *Essentiae Rerum sunt sicut Numeri.*“²⁶⁸

²⁶⁷ Klaus Beck, *Medien und die soziale Konstruktion von Zeit. Über die Vermittlung von gesellschaftlicher Zeitordnung und sozialem Zeitbewußtsein*, Opladen (Westdt. Verl.) 1994, 128ff

²⁶⁸ Brief Leibniz v. 18. May 1696, zitiert nach: Hans J. Zacher, *Die Hauptschriften zur Dyadik von G. W. Leibniz. Ein Beitrag zur Geschichte des binären Zahlensystems*, Frankfurt/M. (Klostermann) 1973, 209

Die *Zeitplanung* ist ein Erbe der Klöster, schreibt Michel Foucault in *Überwachen und Strafen*.²⁶⁹ Anders als im asketischen Eremitenmönchtum der Antike entwickelten Klostergemeinschaften Rhythmen der rituellen und weltlichen Tätigkeiten. Lange bevor Zeitmessung in militärischer Artillerie entscheidungskritisch wird und damit eskaliert, entwickeln Klöster einen Rhythmus von Stunden und Minuten. Die Körper werden nicht nur *quasi* mechanisch, sondern auch auf der temporalen Achse diszipliniert und manipuliert - eine "zellenförmige" Mikrophysik der Macht in Form zeitlicher Taktung. Erst die gleichmäßig getaktete Zeitmessung (also die Kopplung von Uhrwerk und Fotografie, wie in der Chronophotographie) erlaubt am Ende jene Form medientechnischer Analyses von Bewegung, die dann am Ende eine Resynthetisierung namens Kino erlaubt.

Praktiziert wurde die negentropische Zergliederung des Zeitflusses, analog zum *spatium* im Buchdruck, durch die mit Hemmung versehene Räderuhr (später Pendeluhr) seit der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts - im Dienste der klösterlichen Gebets- und Arbeitsdisziplin. An die Stelle der stetigen, analogen Sonnenuhranzeige tritt die Taktung: die Ausbalancierung der gespannten (also gespeicherten, potentiellen) Energie von Gewicht oder Feder durch gleichmäßige Intervalle. Durch die Spindelhemmung zur gleichmäßigen Verausgabung gezwungen, wird die scheinbar kontinuierliche Zeit in gleiche Abschnitte unterteilt, eine Verschränkung von analog und digital, eine frühe Form binärer Umsetzung, ja Informatisierung von mechanischen Prozessen, wie sie seit Mühlrädern vertraut war. Wesentlich ist dabei, daß die Regulation auf der Unterbrechung einer Bewegung beruht²⁷⁰ - eine Art typographisches *spatium* auf temporalem Niveau. Keine zufällige Koinzidenz: Seitdem mit der Lücke als Null gerechnet wurde (die Bedingung des Stellenwertsystems), tickt auch die Uhr in gleichförmigen Intervallen.

"Die Bereitschaft zur Aufspaltung des Lebens in Minuten und Stunden war in jeder anderen Gemeinschaft außer einer alphabetischen undenkbar"²⁷¹; damit wird Zeit radikal diskret als Differential begriffen. Doch "erst als der Buchdruck das Sehvermögen zur sehr großen Genauigkeit, Einheitlichkeit und Intensität einer spezialisierten Ordnung erweiterte hatte, konnten die anderen Sinne hinreichend eingeschränkt und unterdrückt werden, um erst den Begriff Unendlich bewußt werden zu lassen."²⁷² Erst die eigentlich medientechnische Erfindung Gutenbergs, das Gieß-Verfahren identischer Lettern, ermöglicht jene exakte

²⁶⁹ Michel Foucault, *Surveiller et punir. La naissance de la prison*, Paris 1975

²⁷⁰ Peter Gendolla, *Die Einrichtung der Zeit*, in: Christian W. Thomsen / Hans Holländer (Hg.), *Augenblick und Zeitpunkt*, Darmstadt (Wiss. Buchgesellschaft) 1984, 47-58 (49)

²⁷¹ McLuhan 1992: 179

²⁷² Marshall McLuhan, *Die Magischen Kanäle. "Understanding Media"*, Düsseldorf et al. (Econ) 1992, 138

Reproduzierbarkeit von visueller Information, die mit der Idee des forschenden Experiments ebenso einher geht wie mit dem "Begriff unbegrenzter Wiederholbarkeit, der für den mathematischen Begriff Unendlich so notwendig ist"²⁷³, schließlich kulminierend in der Infinitesimalrechnung Leibniz' und Newtons.

Was im Kosmos-Begriff noch eine statische Ordnungsästhetik ist, wird mit der Räderuhr dynamisch. Den Bischof Nicole von Oresme beschäftigt das Verhältnis von gleichförmiger und ungleichförmiger Bewegung - eine direkte Vorwegnahme der Infinitesimalrechnung, die jede Art von Raum oder Bewegung in einen stetigen Raum überträgt.²⁷⁴ Mit fortschreitender Genauigkeit tendieren die zeitlichen Intervalle geradezu infinitesimal gegen Null; hier wird eine Zeitwahrnehmung maschinell vorgegeben, welche Newton und Leibniz in Mathematik gießen. Cantors Begriff der abzählbaren Unendlichkeit bedarf keiner theologischen Ewigkeit mehr, und der Computer wird von den ultraschnellen Schwingungen eines elektrisch erregten Quarzkristalls getaktet - teilbar bis zu Einheiten, die menschlicher Vorstellung entgehen und das Unendliche im unendlich Kleinen wiederaufscheinen lassen.

Makro-Uhrzeit: Die mittelalterliche Annalistik

Numerische Zeit(be)rechnung geht der Mechanisierung, der eigentlichen Medien-Werdung von getakteten Uhren voraus. Bereits Aristoteles spekuliert über den Zusammenhang von Zeit und Zahl; die aristotelische Bewegungslehre liest sich wie die Beschreibung eines Uhrwerks - als *kyklophoría*. Nicht schon die mechanische, sondern erst die zudem getaktete Räderuhr bedeutet die tatsächliche Maschinenwerdung der Zahl (oder Zahlenwerdung der Maschine), und stellt seitdem ein Training für den Begriff der Turing-Maschine, den Computer, dar. *Computare* heißt in der römischen Kaiserzeit "an den Fingern abzählen"; die römische Zahlzeichen waren den menschlichen Händen nachgebildet.²⁷⁵ Von Rom gelangt die Fingerzahl in die mittelalterliche Festtagsberechnung, etwa Bedas *De temporum ratione* (725). Eine (im antiken Sinne von Euklids *Elementa*) buchstäblich "elementare", zur mathematischen Berechnung geradezu zwingenden Herausforderung an das mittelalterliche liturgische Verständnis war bekanntlich die Berechnung des Ostertermins. Leistete die historiographische Form mittelalterlicher Annalistik hier epistemischen Vorschub, das Denkmodell für eine Zeitästhetik diskreter Schritte? Annalistik deutet auf eine alternative Form der Wirklichkeitswahrnehmung, worin das, was vorfällt, als das, was wahrgenommen wird, was gegeben ist, also: als *Daten*, oder auch das,

²⁷³ McLuhan 1992: 139

²⁷⁴ McLuhan 1992: 180

²⁷⁵ Arno Borst, *Computus. Zeit und Zahl in der Geschichte Europas*, München (dtv) 1999, 20

was nicht geschieht, als *voids*, in serieller Form aufgeschrieben werden. Jedes Jahr ein Speicherplatz, der auf seine Variablen wartet; von daher der Name. Das christliche Osterfest hatte seine geradezu mediale Bestimmung darin, jährlich rituell wiederholt zu werden. Doch hier liegt noch kein Medium im nachrichtentechnischen Sinne vor; dem entgegengesetzt entstand Claude Shannons mathematisches Maß für Information „eigens zu dem Zweck, die Neuigkeit und d. h. Unwahrscheinlichkeit einer Nachricht von der Menge der in jedem Code ja notwendig implizierten Wiederholungen abzutrennen und angebar zu machen“²⁷⁶ - das schiere Gegenteil der Osterbotschaft. Bekanntlich haben sich die frühmittelalterlichen Annalen aus den Berechnungen der Ostertermine ergeben, nämlich als Randnotizen zu den jeweiligen Tafeln: ein Spiel von Redundanz und Information. Am Rande der rituellen, also endlos sich wiederholenden Frohen Botschaft entwickelt sich die Notation des Singulären, des Unwahrscheinlichen, der Historie als dynamisches System. Gerade die Anonymität der Annalistik steht für das Modell einer non-narrativen, nicht-subjektiven Zeitverarbeitung.

Rechenkunde war vorzüglich *arithmethica ecclesiastica*, ein Privileg der Kirche vor allem zur Osterterminberechnung. Wie für den Ursprung der Räderuhr aus dem benediktinischen Klosterkontext gilt, daß auch die prä-historiographischen Aufschreibesysteme von Annalistik und Chronik "its origins in the Benedictine preoccupation with the careful regulation of time" hatten.²⁷⁷ Frühmittelalterliche Annalen bilden den Schauplatz einer diskreten, tabellarischen Prozessierung von Zeit- und Wirklichkeitswahrnehmung. Ist hier die Mechanik der Räderuhr schon in der Zeitästhetik der Listenform angelegt?

Die Zeit des Chronisten ist die der getakteten Uhr im Unterschied zur Erzählzeit der Historie: "The historian proceeds diffusely and elegantly, whereas the chronicler proceeds simply, gradually and briefly"²⁷⁸ - eine mathematische Ästhetik, eine genuine Datenästhetik, die keinen Unterschied zwischen menschlichen ("historischen") und natürlichen Ereignissen macht. Annalen sind eine "dated series of events recorded for the guidance of a monastic house" <Clanchy ebd.> - keine Interpretation der Vergangenheit, sondern eine Funktion von Bedürfnissen der Gegenwart. Die Räderuhr transformiert diese annalistische Makrozeit in eine Mikrophysik der Zeit.

Uhren und Oszillationen: die kosmische Uhr

Der Maschinenbegriff entstammt der altgriechischen Antike als

²⁷⁶ Friedrich Kittler, *Optische Medien*. Berliner Vorlesung 1999, Berlin (Merve) 2002, 47

²⁷⁷ M. T. Clanchy, *From memory to written record*, London (Arnold) 1979, 78

²⁷⁸ V. H. Galbraith, *Historical Research in the Middle Ages* (1951), 2

eigenständige Form von Praxis, von *physis* gewordener Praxis; hinzukommen muß ein Verbund von exakter, experimenteller Wissenschaft. "[D]ie griechische Wissenschaft war niemals exakt und zwar deshalb, weil sie ihrem Wesen nach nicht exakt sein konnte und nicht exakt zu sein brauchte."²⁷⁹ Der epistemologische Begriff der Exaktheit aber hängt an der Uhr, wenn Zeit zum Thema wird. Die altgriechische Mathematik (*tà mathémata*) ist nicht primär, erst sekundär von den Zahlen bestimmt. "Physik ist allgemein die Erkenntnis der Natur, im besonderen dann die Erkenntnis des stofflich Körperhaften in seiner Bewegung"²⁸⁰; zwar setzt Aristoteles ansatzweise Zeit und Zahl gleich, die wird die Bewegung nicht in exakte Zahlverhältnisse aufgelöst; hier bleibt die Zeitmessung bei der Dichtung (Prosodie), der *poiesis*, und nicht im zahlengewordenen Mathem. Taktung ist bei den Griechen eine Funktion von Prosodie und Alphabet.

War Diskretisierung im Fall des Vokalalphabets noch ein Dienst an der Musikalität und dem Rhythmus mündlicher Poesie²⁸¹, dient die mechanische Diskretisierung von Zeit nun dem Algorithmus (also geregelten Abläufen im Computer) selbst.

Die Vorstellung und die Praxis getakteter Zeit, geregelter Arbeitsorganisation und der als Software verzeitlichten Algorithmen ist erst vor dem Hintergrund des kulturtechnischen Trainings durch ein anderes Medium, nämlich der Typographie Gutenbergs, wirklich medienkulturell denkbar geworden - bis hin zur Schreibmaschine. Sich dem Thema Algorithmus von seiner Mechanisierung her zu nähern ist eine genuin medienarchäologische Herangehensweise, da sie nicht der chronologischen Medienhistoriographie im klassischen Sinne sowie ihren synoptischen Tafeln folgt, sondern der Ordnung des Medienarchivs: der Archäologie der Hardware.

Altgriechenland begreift durchaus zwar Bewegung als Ortsveränderung und vermag diese mit Zahlenwerten zu versehen, doch keine Bewegung und Bewegungsrichtung ist vor der anderen ausgezeichnet. Hier setzt die christliche Teleologie einen anderen Begriff der Zeitwertigkeit, einen bewertenden Fluchtpunkt, der - in Allianz mit der Null - eine zeitliche Perspektive ergibt. Mit der Räderuhr beginnt ein Medium den menschlichen Zeitsinn subliminar zu massieren (der Begriff hier im Sinne McLuhans), und ihre Botschaft wird die Wahrnehmbarkeit einer Welt in Frequenzen. Erst die exakte Abzählbarkeit von Zeit als Bewegung (die getaktete Uhr) zeitigt dann ihrerseits Weltbilder vom Typus Film und elektronisches Fernsehen. Basierend auf Frequenzen tastet der Kathodenstrahl "pausenlos Konturen von Dingen mit einem Abtastsystem

²⁷⁹ Heidegger 1950: 70

²⁸⁰ Heidegger 1950: 72

²⁸¹ Hierzu Barry Powell, *Homer and the Origin of Writing*, Cambridge 1990

ab"²⁸². Erst hier kommt ein mathematischer Zeitsinn ins Spiel, den McLuhan zurecht mit dem Infinitesimalkalkül assoziiert, der ansatzweise bei Oresme aufscheint, bei Leibniz/Newton auf den rechnenden Begriff kommt und von Norbert Wiener am Ende in seiner *Kybernetik* 1948 ausdrücklich auf das elektronische Fernsehbild bezogen wird.

Von Robertus Anglicus ist die Skizze einer Räderuhr von 1271 erhalten. Hat sie Vorbilder? Die Mechanisierung der Uhr ist die Verschränkung einer antiken Technik mit einem modernen Begriff von Zeit nicht als Vorgefundener, sondern als machbarer. Möglicherweise kurz nach 82 v. Chr. versank ein Räderwerk im Wrack von Antikythera, von dem bislang ungeklärt ist, ob es sich tatsächlich um ein astronomisches Instrument handelte. Darauf deutet die Konstruktion, aus deren fester Übersetzung sich medienarchäologisch zurückrechnen läßt, daß es sich dabei um die Mechanisierung des Metonischen Zyklus handelte, in dem 19 Sonnenjahre 235 Mondmonaten entsprechen.²⁸³ In der kinetischen Verzahnungslehre ist jene Mechanisierung von Mathematik angelegt, die später aus *computus* den Computer zu generieren vermag.

1377 schreibt der Theologe, Mathematiker und Physiker Nicolas Oresme sein *Livre du ciel et du monde* und vergleicht darin die Uhr mit dem Universum. Die Bewegungen der Himmelskörper vollziehen sich "so ähnlich, wie wenn ein Mensch eine Uhr gemacht hat und in Gang setzt und es sich dann von selber bewegt": das Universum als Räderuhr, die alle Kräfte durch die Hemmung ausbalanciert. Damit ist das entscheidende Element am Typus Räderuhr genannt, geradezu als mechanisches Korrelat zur antiken Harmonie-Lehre des Kosmos. Einmal von Gott in Gang gesetzt, läuft dieses System dann automatisch. Wenig später kommt das Bild der Temperantia auf, die eine mechanische Uhr regelt; diese Allegorie der Tugend wurde schon im frühen Mittelalter etymologisiert mit *tempus* in Verbindung gebracht.²⁸⁴

Noch Gottfried Wilhelm Leibniz konzipiert die Monaden als von Gott aufgezogene Uhren. Sie „continued to keep time with one another like separate clocks, so that they appeared to communicate with one another; but this appearance is merely a deceptive consequence of their synchrony“²⁸⁵, wie sie erst mit der Räderuhr denkbar sind, als standardisiertem und standardisierendem Meßinstrument, das Vergleichbarkeit auch in der Zeit herstellt. „As a matter of fact, the

²⁸² Marshall McLuhan, Die Magischen Kanäle. "Understanding Media", Düsseldorf et al. (Econ) 1992, 357

²⁸³ Gerald J. Whitrow, Die Erfindung der Zeit, Hamburg (Junius) 1991, 158

²⁸⁴ Siehe Otto Mayr, Die Uhr als Symbol für Ordnung, Autorität und Determinismus, in: Klaus Maurice (Hg.), Die Welt als Uhr. Deutsche Uhren und Automaten 1550-1650, Ausstellungskatalog München / Berlin 1980

²⁸⁵ Norbert Wiener, Time, Communication, and the Nervous System, in: Annals of the New York Academy of Sciences, Bd. 50, 1948/50, 197-219 (207)

automata made in the 17th and 18th centuries were run by clockwork“ <ebd.>, und gegenwärtiges *computing* verlangt mehr denn je nach hochpräziser zeitkritischer Synchronisation, "prä-stabiler Harmonie" (Leibniz).

Johannes von Sacrobosco schrieb das Fachgebiet Zeitrechnung der Astronomie zu. Astronomen gerieten durch ihre empirische Vermessung der Sternbewegung zunehmend in Konflikt mit dem gültigen kosmisch-harmonischen Weltbild; Planetenbewegungen sind miteinander inkommensurabel, treffen sich also nie wieder zu identischen Konstellationen. Als harmonisch wird eine regelmäßige Bewegung empfunden. Für Platon (am Ende seiner *Politeia*) singen auf den Planeten Sirenen und ergeben die Sphärenmusik - während die ältere pythagoreische Lehre in den von den Planetenbahnen induzierten Schwingungen selbst schon den Klang ergaben. Die Harmonie der Zahlen gibt sowohl den Tonschwingungen ihr Gesetz wie der planetarischen Bewegung²⁸⁶ - was in der Pendeluhr als Metronom auf der Ebene der Zeitmessung konvergiert. Die Räderuhr mit Hemmung erzeugt nun genau eine solche Bewegung als Takt, der in gleichen Zeitabschnitten immer in derselben Weise wiederkehrt und als oszillatorische Basis diesmal nicht mehr in mythischer, sondern technischer Form tatsächlich hörbare Klänge zu generieren vermag.

Das epistemogene Artefakt: die Hemmung an der Räderuhr

Die Waaghemmung der Räderuhr ist angetan, das Wesen eines Medienelements als epistemogenes Ding zu erhellen; die Beschreibung ihres medienhistorischen Moments ist zugleich dazu geeignet, methodische Implikationen der Medienarchäologie an ihr zu reflektieren. An dieser Stelle sind technisch präzise Ausführungen von epistemologischem Gewicht. Hier kommt die Kunst der medienarchäologischen oder besser archäographischen Ekphrasis ins Spiel: "Ohne eine solche Bremse würde sich die Drehung der Welle ständig beschleunigen. Die Hemmung wird dadurch bewirkt, daß ein auf der Welle festmontiertes oder mittels [...] Übersetzungen mit ihr verbundenes Steigrad mit einer ungeraden Zahl sägeförmiger Zähne in eine Spindel mit zwei gegenwinklig angeordneten Lappen eingreift. [...] Die Dauer der Schwingung der trägen Masse von Spindel und Waag läßt sich durch die Verschiebung von Reguliergewichten auf dem Waagbalken verändern. [...] Die hin- und herschwingende, oszillierende Bewegung hat verschiedene bildhafte Namen für die Vorrichtung inspiriert: 'Unruhe', 'foliot' (von einem zitternden Blatt, zuerst bei J. Froissart, um 1370), seltener auch 'frouwen gemuete'."²⁸⁷

²⁸⁶ Evanhélos Moutsopoulos, *La musique dans l'oeuvre de Platon*, Paris (Presses Universitaires de France) 2. Aufl. 1989 (orig. 1959), 374

²⁸⁷ Dohrn-van Rossum xxx: 52 f.

So mußte die Kultur der Frühneuzeit nicht nur um eine neue Technik, sondern auch um eine neue Sprache zur Beschreibung neuer Dinge ringen. Die klassische Beschreibungskunst entstammt der Rhetorik, beruht also auf linguistischen Figuren. Demgegenüber forderte der neue Typus technologischer Gegenstände auch einen neuen Darstellungstypus - die Sprache der Mathematik oder die technische Zeichnung (das Diagramm). Die Geschichte der Literatur ist auch eine Geschichte des Scheiterns der Beschreibung technischer Dinge; allerdings ist die Schriftform Text geeignet, diese Grenzen ihrerseits zu reflektieren.²⁸⁸

Zunächst handelt es sich beim mechanischen Uhrwerk um aufgespeicherte Energie: Die Federspannung erzeugt einen Druck auf den Mechanismus der Hemmung, der die Energie in gleichmäßige Schwingungen distribuiert, die sich dann mechanisch als Takt umsetzen lassen. Besonders der "Grashüpfer-Mechanismus", fast gar reibungslos, operiert mit minimalstem Energieverbrauch - an der Grenzen zur reinen Information.

Das entscheidend neue Bauelement der Räderuhr im Unterschied zu bereits vertrauten Uhrmechanismen, die Waagbalkenhemmung, kommt in den zeitgenössischen Quellen zunächst überhaupt nicht zur Erwähnung. "Allenfalls rückblickend wird sie als bedeutsam, aber rätselhaft beschrieben" <von Rossum 50> - gerade weil ihr Mechanismus am Interface des Ziffernblatts auch nicht wahrgenommen wird. Technische Medien erzielen ihren Effekt durch die Dissimulation ihrer Mechanismen. "Das Auftauchen der Schlaguhren dagegen ist sofort registriert und als technisch sensationell [...] empfunden worden" <ebd.>: Wahrgenommen wird nur, was sich den audiovisuellen Sinnen unmittelbar darbietet - der Effekt einer fortschreitenden Zeit, wohingegen der Blick auf die Hemmung gerade keine Linearität, sondern vielmehr ein wechselseitiges Pendeln suggeriert, einen ersten binären Mechanismus von +/- Polung (wie sie in elektrischen Uhrwerken dann letztendlich wirksam ist).

Artefakte gilt es hinsichtlich ihrer über das rein Technische hinaus wirksamen epistemische Implikationen für die Medienkultur hin zu untersuchen; jede operative Technologie ist angewandte Medientheorie. Medien wie ihre Wissenschaft sind kein rein diskursives Ereignis, sondern haben ein materiales *fundamentum in re*. Medienepistemische Dinge sind eben (im Unterschied etwa zu Objekten der Klassischen Archäologie) nicht mehr nur materielle, sondern auch logische Artefakte. Medien treten erst im Vollzug in Erscheinung, was vollends die Logik neben die Hardware treten läßt und den Begriff der Techno/logie erst sinnvoll

²⁸⁸ Siehe Hanno Möbius / Jörg Jochen Berns (Hg.), Die Mechanik in den Künsten. Studien zur ästhetischen Bedeutung von Naturwissenschaft und Technologie, Marburg (Jonas) 1990

macht.

Was an der Räderuhr macht sie zum epistemischen, kulturerzeugenden Artefakt? Es ist die Hemmung. Mit dem Uhrwerk wird die Kontrolle der Zeit den Automaten verschrieben, wie sie mit der Abstraktion von der an natürlichen Lichtverhältnissen orientierten Temporalzeit (Sonnenuhr) durch die antiken Klepsydrren - im Hochmittelalter auch noch in Klöstern verwendet - bereits praktiziert wurde. Der entscheidende Unterschied: "Was fehlte, was ein Element, das die gespeicherte Energie, z. B. eine gehobene Masse, nicht rasch und progressiv verbrauchte - die *Hemmung*"²⁸⁹. Wir haben es hier mit einem energetischen Verzögerungsspeicher zu tun.

Zentral für die Räderuhr ist die Spindel-Waag-Hemmung mit einem Schwingsystem (oder der Radunrast, der "Unruh"), zwischen Antrieb (bewegt durch ein Gewicht) und Übertragungs-Räderwerk samt Indikation (optisch durch Zifferblatt oder akustisch durch Schlagwerke). Seit der Spätantike ist die liturgische Zeitnachricht zunächst eine akustische: der Glockenschlag.

Einer alternativen These zufolge mag die Technik der Spindelhemmung als das miniaturisierte Prinzip der Umlenkung von Kräften der Mühlenbautechnik entsprungen sein; die Innovation arbeitssparender Maschinen ist im asketischen wie zeitökonomischen Interesse der Klöster. Theoretisch war die mikrophysikalische Nutzung dieser Kräfte als Information (nämlich zur Zeitanzeige) rückgekoppelt an die aristotelische Definition von astronomischer Zeit als gleichmäßiger Bewegung.

Die vormaligen Räderuhren tickten eher ungenau, denn die gleichmäßigen Schwingungen des Horizontalpendels (die Spindelhemmung mit Waag) waren von dem präzise gearbeiteten Räderwerk der Uhr abhängig. Der Schwingbalken besitzt im Gegensatz zum Pendel keine eigene natürliche Schwingungsperiode.²⁹⁰ Erst durch die Entdeckung der Pendelgesetze durch Galilei im Jahr 1641 und deren Nutzung durch das freie, vertikal schwingende Pendel durch Christian Huygens 1656 gelang eine Verbesserung der Genauigkeit der Zeitmessung. Erst mit der Erfindung der Pendel-Hemmung durch Huygens wird die Räderuhr auf eine neue Basis gesetzt - die periodische Schwingung selbst, die als Maßeinheit bis zur Atomuhr gilt und den oszillatorischen Vorgängen der Sinnesdatenverarbeitung im menschlichen Hirn nahekommt.²⁹¹

Die getaktete Räderuhr ist keine Allegorie der Zeit, sondern eine

²⁸⁹ Manfred Schukowski, Die Astronomische Uhr in St. Marien zu Rostock, Königstein i. T. (Langewiesche) 1992, 6

²⁹⁰ Whitrow 1991: 163

²⁹¹ Ernst Pöppel, Die Rekonstruktion der Zeit, in: Das Phänomen Zeit in Kunst und Wissenschaft, hg. v. Hannelore Paflik, Weinheim (VCH) 1987, 25-38 (29f)

Maschine. Gerade weil sie dem Blick des Betrachters verborgen bleibt (die *dissimulatio artis*, also das Verbergen der Technik ist die Grundlage aller Medieneffekte), bedarf sie der medienarchäologischen Aufmerksamkeit. Das Hauptwerk einer solchen Uhr heißt mit einem vielsagenden *terminus technicus* "Zeitwerk". Von hier aus werden diskret (oder digital) das Stundenschlagwerk und davon abgeleitet oftmals auch das mit Stiften auf einer Walze programmierte Musikwerk gesteuert; andererseits kontinuierlich (analog) das Zeiger- und das Kalenderwerk. In Form einer kinetischen Notation und eines Blockschemas der Werke (nach Monge und Charles Babbage die Bedingung aller symbolischen Steuervorschriften, bis hin zu Reuleaux' *theoretischer Kinematik*) läßt sich das Uhrwerk bereits in diagrammatischen Begriffen der Programmierung darstellen, wengleich der Prozeß selbst, die physikalische Zeit in Form von mechanischer Bewegung, auf Papier dargestellt werden kann.

Vom Ritual und von der Liturgie zur Räderuhr: Medienarchäologie versus Medienanthropologie

Das getaktete Uhrwerk induziert eine Abstraktion von der empirisch erfahrenen kosmischen Zeit. Erst der Mechanismus der Waagbalkenhemmung erlaubt, daß "der Ablauf einer gewichtsgetriebenen Welle so gebremst und reguliert wird, daß sich deren gleichmäßige Drehung als Zeitnormal, z. B. für eine Äquinoktialstunde, eignet"²⁹². Damit wird die Räderuhr zum *zeitgebenden* Instrument und setzt eine von der Natur abstrahierte Zeit.

Die mechanische Reproduktion befreit das Kunstwerk von seinem parasitären Dasein im Ritual, bemerkt Walter Benjamin über die Photographie²⁹³; die Emanzipation von der religiösen Zeitordnung leistet die mechanische Uhr. Ist die exakte Taktung der Zeit ihrerseits eine Geburt aus dem religiösen Ritus? Die Liturgie steht für die Form, also das im räumlichen und zeitlichen Mittelwert Invariante an der Religion. *Ritus* meint die durch Tradition und Gesetz geregelte kulturelle Form - im Unterschied zum Gesetz der Maschine.

Nicht jede Form von Kodierung ist schon technisch. Rituale sind symbolische Akte, unterscheiden sich von techno-mathematischen Prozessen jedoch durch ihre Toleranz für Unschärfe, ihre Un-Eindeutigkeit.²⁹⁴ Zermenoniell, Ritus, Rhythmus und Wiederholung sind

²⁹² Dohrn-van Rossum 1992: 52

²⁹³ Walter Benjamin, Das Kunstwerk im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1963, 17; siehe dazu Jonathan D. Kramer, *The Time of Music*, New York / London (Schirmer) 1988, 68

²⁹⁴ Wolfgang Coy, Der diskrete Takt der Maschine, in: Georg Christoph Tholen u. a. (Hg.), *Zeitreise. Bilder, Maschinen, Strategien, Rätsel*, Frankfurt/M. (Stroemfeld / Roter Stern) 1993, 367-378

Kulturtechniken der „Verstetigung von Zeit“²⁹⁵; tatsächlich praktiziert Kultur einen negentropischen Energieaufwand zur Aufrechterhaltung von Ordnung wider den Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik, demzufolge den physikalischen Prozessen ein unerbittlicher Zeitpfeil eingeschrieben ist: die Tendenz von der Ordnung zur Unordnung.

Erst mit der Räderuhr aber beginnt die Medienzeit im wohldefinierten Sinne, analog dazu, wie erst Gutenbergs Technologie der Produktion identischer Lettern den Buchdruck als Medientechnik gegenüber der Kulturtechnik Schrift generierte. In Standesregeln (ritterliche Kämpfe und Spiele) herrscht „die rituelle Gesetzmäßigkeit, die dem Vorgange innewohnt“. In der Arbeitswelt der Moderne dagegen „wird der Ritus durch den präzisen, in gleichem Maße amoralischen und unritterlichen technischen Ablauf ersetzt“²⁹⁶. Ritus und Zeremoniell stellen eine Form von Schrift, von Vorschrift, also Programm dar - kontinuierliche Gedächtnispraktiken (Burckhardt Dücker) als algorithmischer, nämlich festgelegter Ablauf (Kalender), gekoppelt an einen regelmäßigen Vollzug. Aber diese Vorschrift ist noch Handschrift: variabel in ihrer konkreten theatralischen Manifestation. Die technologische Routine dagegen (aus dem Französischen „Gewohnheitsweg“) bezeichnet die „Zerlegung der Arbeit in einfachere motorische Funktionen, die langsam kombiniert werden können.“²⁹⁷ Kultur als etwas, das regelmäßig getan wird, ist technisch im Sinne von Standardisierung und Ritualisierung. In analogen, etwa menschlich-kultischen Regelabläufen, wird jeder Akt sofort sinnhaft interpretiert und ist fehlertolerant. Anders operieren diskrete, digitale Systeme: „Für eine Rechenmaschine gibt es keine derartige Regel. Jeder Schritt ist [...] genauso wichtig wie das Gesamtergebnis.“²⁹⁸

Der Anachronismus der getakteten Räderuhr

Eine frühe gewichtsbewegte Uhr finden wir in der Kathedrale Straßburg, gebaut von Henri de Vick (Wieck) 1362-70. Um 1320 beschreibt Dante Alighieri in seiner *Göttlichen Komödie* eine Räderuhr mit mechanischer Hemmung. Doch ihre (Er)Findung ist Teil dessen, was Siegfried Giedion als *anonyme Geschichte* beschrieben hat²⁹⁹ - nur aus der

²⁹⁵ Hartmut Böhme, Vom Cultus zur Kultur(wissenschaft). Zur historischen Semantik des Kulturbegriffs, in: Renate Glaser / Matthias Luserke (Hg.), Literaturwissenschaft - Kulturwissenschaft. Positionen, Themen, Perspektiven, Opladen (Westdeutscher Verlag) 1996, 48-68 (55)

²⁹⁶ Ernst Jünger, Über den Schmerz, in: ders., Blätter und Steine [*Hamburg 1934], 2. Auflage Hamburg (Hanseatische Verlagsanstalt) 1941, 157-216 (208)

²⁹⁷ Hugo Münsterberg, Grundzüge der Psychotechnik, Leipzig 1914, 559

²⁹⁸ John von Neumann, Allgemeine und logische Theorie der Automaten [*1951], in: Kursbuch (März 1967), 139-175 (143)

²⁹⁹ Siegfried Giedion, Mechanization Takes Command, Oxford University Press 1948; dt. Die Herrschaft der Mechanisierung: ein Beitrag zur anonymen Geschichte, Frankfurt/M. (Athenäum) 1987

Überlieferungslücke selbst läßt sich als Zeitraum das letzte Viertel des 13. Jahrhunderts, also das (damit?) ausgehende Mittelalter, definieren.

Auch wenn für das Jahr 1092 aus China eine astronomische Uhr überliefert ist, die über einen Hemmungsmechanismus verfügt, hält Dohrn-van Rossum Spindelhemmung für "höchstwahrscheinlich eine unabhängige europäische Entwicklung"³⁰⁰. Sein Argument ist ein strikt medienarchäologisches: Die chinesische *Himmliche Waage* beruht auf einer Hemmung aus kippenden "Waagbalken, die eine stop-and-go-Bewegung verstetigen. Das Prinzip der europäischen Hemmung, das die Fliehkraft einer oszillierenden trägen Masse nutzt, hat damit nicht die geringste Ähnlichkeit" <ebd., 88>; erst aus dem technischen *close reading* gerät diese Differenz in den Blick. "Wir können die Möglichkeit nicht ausschließen, daß es vollkommen unabhängige, parallele Linien des Denkens gibt, die in weit voneinander getrennten Teilen der Welt auftreten".³⁰¹

Das zeitgebende (zeittaktende) Objekt des mechanischen, durch die Hemmung betriebenen Uhrwerks fügt sich zunächst nicht dem anderen Zeithaushalt der historischen Erzählung: "Kein Eintrag in einer Chronik, kein erzählender Bericht, keine Konstruktionsbeschreibung machen die Erfindung zu einem datier- oder lokalisierbaren Ereignis."³⁰²

Die *arché* der Hemmung ist ihrerseits nicht eintragbar in den ZeitRaum der Historie. Denn hier wird eine andere Zeitordnung durchgesetzt, die asymmetrisch zur Zeitökonomie der Historie sich verhält. Damit wird plastisch, daß Medienarchäologie nur bedingt einer historischen Erzählung unterworfen werden kann; sie steht einer Taktung des Archivs näher, insofern beide Bereiche (die Zeit der Räderuhr, der Raum der Akten) dem Diskreten zugehören, nicht dem Kontinuierlichen. Digitales Taktieren der Uhrwerke, diskrete Buchstabenserien der Archive. Faßbar ist die Räderuhr als Schnittstelle von Analogem und Diskretem in der wundersamen A/D-Umsetzung einer energetischen Federspannung des aufgezogenenen Uhrwerks in den diskreten Takt der Sekunden und Minuten - also reine Information.

Die Rostocker Räderuhr, die astronomische Uhr in der Kirche St. Marien, tickt noch heute. Ursprünglich erhalten "und voll in Funktion" ist sie in dieser Form seit spätestens 1472; Teile der Mechanik inkorporieren gar noch eine Vorgängeruhr von 1379.³⁰³ Anhand des fortwährenden Tickens

³⁰⁰ Gerhard Dohrn-van Rossum, *Die Geschichte der Stunde. Uhren und moderne Zeitordnungen*, München / Wien (Hanser) 1992, 103 u. 88; engl. *History of the Hour*, Chicago (University of Chicago Press) 1996

³⁰¹ Joseph Needham, *Wissenschaft und Zivilisation in China*, von Colin A. Ronan bearbeitete Ausgabe, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1984, 80

³⁰² Dohrn-van Rossum 1992: 50

³⁰³ Manfred Schukowski, *Die astronomische Uhr der St.-Marien-Kirche zu Rostock*, Rostock 2004, 4

jener Uhr stellt sich die Frage nach der (Eigen-)Zeitlichkeit solcher chronomedialen Systeme - a Medienzeit, die sich dem Diskurs der Historie entzieht. Medienarchäology ist ein Versuch, sich diesem medieninhärenten Mikrokosmos von Zeiten zu stellen.

"Eigentlich kann man gar nicht sagen: Es gibt drei Zeiten, die Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft, genau würde man vielleicht sagen müssen: Es gibt drei Zeiten, eine Gegenwart in Hinsicht auf die Gegenwart, eine Gegenwart in Hinsicht auf die Vergangenheit und eine Gegenwart in Hinsicht auf die Zukunft", schreibt Augustinus in Buch XI seiner *Confessiones*³⁰⁴ - und beschreibt damit implizit den Zustand einer intakten Uhr aus medienarchäologischer Herkunft. Denn es gehört zu den Eigentümlichkeiten technischer Medien, daß sie sich negentropisch dem Zeitfluß selbst gegenüber verhalten. Technische Medien enthüllen ihr Wesen erst im Vollzug; der aber ist immer ein gegenwärtiger. Alle *arché*, aller Ursprung ist im Vollzug aufgehoben. So hebt sich das Mittelalter im Takt der Räderuhr bis in die heutige Zeit auf, insofern sie sich vollzieht.

In dieser Eigenschaft ist die Räderuhr mit Hemmung das Gegenstück zu Gedächtnismedien: aufgespeicherte Energie (die aufgezugene, gehemmte Metallfeder) ist ein physikalisch-energetischer Speicher, der taktweise in Information ("Zeitangabe") verwandelt wird - vergleichbar dem elektromagnetischen Relais im Einsatz für binäre Digitalpeicher. Die Zeitangabe wiederum - als Datierung - dient der Bestimmung von historischem Gedächtnis (oder Geschichte überhaupt), etwa in Archiven; deren Dokumente tragen die historische Zeit an sich ja nur durch Zuschreibung als Datierung, also extern (oder aber in der intrinsischen Materialität ihrer Beschreibstoffe und in der Software ihrer jeweiligen Sprachlichkeit, Archaismen, Schriftbilder).

Friedrich Kittler registriert in seiner *Kulturgeschichte der Kulturwissenschaft*, daß Martins Heidegger in *Sein und Zeit* (1927) nicht von ungefähr ausgerechnet im Uhren-Kapitel von fundamentalontologische auf positivistisch-kulturhistorische Beschreibung umschaltet, in Paragraph 80. Heideggers Dilemma: "Eine Geschichte, die ja wesentlich Zeit ist, überkreuzt sich mit jener anderen Geschichte, die die Maschinen der Zeitmessung selber durchlaufen. Uhren sind ontische, also der Fundamentalontologie unterworfenen Apparate, die gleichwohl geschichtlich unterschiedene Ontologien zeitigen."³⁰⁵

Verhinderte Zeit

³⁰⁴ Otto F. Lachmann, Die Bekenntnisse des heiligen Augustinus, Leipzig (Reclam) 1888, 20. Kapitel

³⁰⁵ Kittler 2000: 235 f.

Der Ersatz eines kontinuierlichen Zeitmodells durch ein diskretes Modell der Taktung ist nicht nur ein kulturhistorischer Moment, sondern ebenso ein medienepistemologisches Momentum. Shannon definiert: "At any given time either $X = 0$ or $X = 1$."³⁰⁶ Was als Sekundentakt auf dem Interface des Ziffernblatts progressiv erscheint, ist aus medienarchäologischer Sicht (die Sicht des Uhrwerks) digital. "Die Zeit ist nicht. Es gibt die Zeit. Das Geben, das Zeit gibt, bestimmt sich aus der verweigernden-vorenthaltenden Nähe."³⁰⁷ Siegert erinnert daran, daß die unendliche oder nichtige Impedanz zwischen den zwei Polen einer Schaltung technisch *hinderance* heißt - deren mechanischer Vorläufer die Ankerhemmung ist. Mit der Ankerhemmung zählt Zeit binär.

Was (Marshall McLuhan zufolge) das Vokalalphabet für den phonetischen Sprachfluß leistete, vollzieht die Räderuhr für die Zeit: eine radikale Diskretisierung, ein Kern abendländischer kombinatorischer Rationalität. Am Ende steht das Sampling-Theorem der Nachrichtentechnik; hier meint Diskretisierung "die Ersetzung [...] einer Unendlichkeit aufeinander folgender Werte, die unendlich einer dem anderen benachbart sein können, durch eine endliche Zahl von Werten."³⁰⁸ "Aber zwischen 0 und 1 gibt es keine Zeit. [...] Es ist die *hinderance*, die die diskretisierte Zeit gibt."³⁰⁹

Dennoch kehrt der Takt der Uhr im Digitalcomputer zurück, als operative Grundbedingung (*Medienarché*) der sogenannten von Neumann-Architektur: "One thing at a time, down to the last bit!"³¹⁰

[Da Information ein buchstäblich zeit-kritischer Akt ist, nämlich die Unterscheidung *zwischen* zwei Zuständen nicht als Überlagerung (wie im qbit des Quantencomputers), sondern zeitliche Folge, bedarf bedarf alle Information notwendig der (elektro-)physikalisch operativen Verkörperung; digitale Information verliert also nie ihr Fundament in der materiellen Natur. Computational "[...] objects have explicitly become informational as much as physical but without losing any of their fundamental materiality."³¹¹]

³⁰⁶ Claude Elwood Shannon, A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits, Magisterarbeit, Typoskript, MIT 1936, 6; hier zitiert nach Siegert 2003: 9

³⁰⁷ Martin Heidegger, Zeit und Sein, in: ders., Zur Sache des Denkens, Tübingen 2. Aufl. 1976, 16

³⁰⁸ Claude Cadoz, Les réalités virtuelles, Paris (Flammarion) 1994, 85

³⁰⁹ Siegert 2003: 9

³¹⁰ William Aspray / Arthus Burks, Computer Architecture and Logical Design, in: Pagers of John von Neumann on Computing and Computer Theory, hg. v. William Aspray / Arthur Burks, Camnbridge, Mass. / London / Los Angeles / San Francisco 1987, 5 f., zitiert hier nach Siegert 2003: 406>

³¹¹ Matthew Fuller, Media Ecologies. Materialist Energies in Art and Technoculture, Cambridge, Mass. / London (MIT Press) 2005, 2

(JETZT) IN DISKRETEN ZUSTÄNDEN EXISTIEREN: DAS COMPUTER-SPIEL MIT DER ZEIT

Der elektrotechnische Takt als Zeitgenerator

Die Denkbarekeit von ultrakurzen Zeitmomenten ist im kulturtechnisch Symbolischen mit der Zählbarkeit von Bewegung, und als Maschine mit der Hemmung in der Räderuhr vorgegeben worden; am Ende stehen optische Uhren mit Frequenzkamm, als "Pulsschlag der Zeit" im Ionen-Pendel.³¹² Damit beginnt eine buchstäblich neue Zeit. Die Vorstellung von Zeit als lineare Entfaltung wurde zutiefst verstört durch die diskrete Zeit, die schließlich zur technischen Realisierung des digitalen Takts eines jeden Computers wurde, irreversibel in seinem realen Ablauf und rekursiv in seiner symbolischen Form.

Mit Induktionsspule und Wechselstromgenerator wurde eine nichtsymbolische, nicht-chronologische Zeit implementiert, zunächst als sinus- und cosinusförmig alternierende Schwingungsform, bis hin zu elektromagnetischen Radiowellen. Was als Kehrwert zeitkontinuierlicher Perioden dann im Begriff der Frequenz numerisch adressierbar und abzählbar wurde, eskaliert zum diskreten Takt zwischen *on* und *off*: zugespitzte Zeit, die in Form einer Frequency Master Clock die technische Möglichkeitsbedingung eines jeden zeitdiskreten *computing* darstellt.

Das "virtuell" Reale in der rechnenden Maschine (Computer)

Analogcomputer stehen (wie klassische Meßmedien) zunächst auf Seiten des signaltechnisch Realen, Digitalcomputer auf der des Symbolischen. *Das* Moment(um) des Realen im Computer sind seine Operationen mit reellen Zahlen; *die* Momente des Realen sind die damit erzeugten kleinsten Zeitpunkte.

Beispielhaft steht für das, was der Computer mit dem Realen macht, die Wettervorhersage. Das Wetter ist zunächst einmal nicht (wie etwa menschengemachte Geschichte als Historiographie) dem symbolischen Regime unterworfen. Mathematik aber vermag darauf zu reagieren; 1963 publiziert Edward N. Lorenz seine Gedanken zum "Deterministic Nonperiodic Flow" mit Gleichungssystemen zur Fluidkonvektion³¹³ - wie einst James Clerk Maxwell sich mit seinen gleichnamigen Gleichungen dem Phänomen der elektromagnetischen Induktion näherte. Zum Zug kommt hier das Konzept des Phasenraums, worin jeder Punkt einen

³¹² Theodor W. Hänsch (MPI Garching), Vortrag Humboldt-Universität zu Berlin, Mai 2007

³¹³ Edward N. Lorenz, Deterministic Nonperiodic Flow, in: Journal of the Atmospheric Sciences, Bd. 20 (1963)

kompletten Systemzustand bezeichnet.³¹⁴ Da eine analytische Untersuchung der zugrunde liegenden Funktionen kaum möglich ist, kalkuliert ein Computer die Systemzustände numerisch (im Unterschied zum Analogcomputer): "Zunächst muss ein arbiträres Intervall Δt das zeitliche Kontinuum diskret machen, die Variablen hängen nicht mehr von ihrem Anfangszustand und der Zeit, sondern von ihrem Anfangszustand und der Anzahl der Iterationen ab; die reale Zeit ist ins Symbolische einer diskreten Zeit überführt und es kann über verschiedene Näherungen ein rekursiver Algorithmus entwickelt werden, der die automatisierte Berechnung eines Systemzustands aus den umliegenden Systemzuständen ermöglicht."³¹⁵

Im Phasenraum geschieht die numerische Lösung einer Gruppe von Gleichungen, durch die das System geregelt wird, diskret, denn der zu analysierende Prozeß "must be represented by a jumping particle rather than a continuously moving particle. Moreover, if a digital computer is instructed to represent each number in its memory by a preassigned fixed number of bits, only certain discrete points in phase space will ever be occupied"³¹⁶ - das kybernetische Opfer des Realen im digitalen Raum (dem Shannon-Nyquist-Abtasttheorem zum Trotz).

Gleichzeitig - und das macht die eigentliche Dramatik dieser Berechnungen aus - wird eine radikale Unsicherheit aufgerufen, die bestimmten deterministischen Gleichungssystemen inhärent ist. Der Computer holt das Reale der Wolken und des Wetters in ein Milieu der Simulierbarkeit im Symbolischen ein, indem er es trunkiert; gleichzeitig fängt er sich aber auch die trunkierten Reste des Realen mit ein.³¹⁷

Lorenz' Argumentation bedeutet den Übergriff eines einfachen mathematischen Modells, das in einer symbolverarbeitenden Maschine numerisch kalkuliert wird, auf das Reale³¹⁸ - ein Übergriff, wie er im hochfrequent getakteten Computer in Echtzeit (aus menschlicher Sicht) als hinreichende Zeitbegrenzung der Rechnung chrono-pragmatisch wird.

Kein Oxymoron: diskrete *lifestreams*

Die Diskretisierung der Welt durch *computing* erfordert, algebraisch wie seit Vieta und analytisch wie seit Leibniz zu denken. Nicht die komplizierte Nachbildung eines stetigen Kreises aus einer Ansammlung von Pixeln, sondern die Neudefinition des Kreises als diskreter

³¹⁴ Siehe James Gleick, *Chaos. Die Ordnung des Universums*. Vorstoß in Grenzbereiche der modernen Physik, München 1990, 197f

³¹⁵ Thomas Heilmann, *Schleierwolken des Realen*, in: *Archiv für Mediengeschichte* (2005), 27-38 (32)

³¹⁶ Lorenz 1963: 134

³¹⁷ Heilmann 2005: 32

³¹⁸ Heilmann 2005: 34

Grundeinheit wäre die non-euklidische Konsequenz. Der Rechner verwandelt alles, was über die diversen Interfaces ihm je an analogen Signalen eingegeben wird, immer schon in diskrete Symbole, wie es Leibniz in seinem *Apokatastasis*-Fragment über die historiographische Verbuchstäblichung der Welt beschrieben hat. "Codierung setzt überhaupt schon die Aufbereitung von Wirklichkeit zu codierbaren Daten voraus. Welt - d. h. z. B. Tatsachen, Merkmale oder Eigenschaften - muß auf Zahlen zurückgeführt werden. Was nicht Zahl ist, muß Zahl werden; was nicht Zahl werden kann, entfällt oder wird so transformiert, daß daraus Zahlen werden können."³¹⁹

Im *computing* geht es auch für den Zeitbereich um "the goal of expressing semantics by syntax"³²⁰. "Interaction machines that resolve problems through a combination of algorithmic and interactive techniques are more human in their approach to problem solving than Turing machines"³²¹, doch die eigentlichen Chancen und Grenzen des Computers können nicht erfaßt werden, wenn der Streit um die Fähigkeiten der Maschine sich darauf konzentriert, ob ihr System mit dem Organismus Mensch gleichgesetzt werden kann oder sogar muß; die Differenz soll in der medienarchäologischen Interface-Ästhetik vielmehr radikalisiert werden. Materiell basiert der elektronische Digitalcomputer selbst auf Strom und Silizium, sprich: Elektrophysik. Diese aber kommt als Möglichkeitsbedingung nur am Rande evident zum Zug; medienideologiekritisch läßt sich zuspitzen, daß die Operationen des Computers seine Einbettung in materialen Gestellen gerade vergessen machen wollen.

In welchem Verhältnis steht die numerische Prozedur zum Unkalkulierbaren? "Penrose builds an elaborate house of cards on the noncomputability of physics by Turing machines."³²² Dagegen visioniert Medienarchäologie eine Zukunft, in der umso radikaler gerechnet wird: ein Ozean von Strömungen, dessen Rechenkunst in der kybernetischen Ausbalancierung der jeweiligen Flüsse und Nebel liegt, im homöostatischen Fließgleichgewicht.

Lebenswirklichkeit und Umwelt widerfahren Subjekten in hohem Maße als kontingent; die Übersetzung solcher Signale und Affekte und symbolische Formen (Zahlen, Buchstaben, Logik, Sprache) macht sie als diskrete Einträge prozessierbar. Damit wird eine jeweilige Lebenseinstellung (im Unterschied zur implizit sonischen Stimmung) als Turingmaschine modellierbar, deren Tabelle (Programm) die von Außen eintreffende

³¹⁹ Dieter Mersch, Digitalität und Nicht-Diskursives Denken, in: ders. / J. C. Nyíri (Hg.), Computer, Kultur, Geschichte: Beiträge zur Philosophie des Informationszeitalters, Wien (Passagen) 1991, 109-xxx (109 f.)

³²⁰ Wegner 1997: 88

³²¹ Wegner 1997: 90

³²² Wegner 1997: 90, unter Bezug auf: R. Penrose, *The Emperor's New Mind*, Oxford (UP) 1989

Signal- als Symbolverarbeitung nicht nur vorgibt, sondern gelegentlich, durch adaptives *machine learning*, abrupt umschreibt. Leben in diskreten Zuständen als Kalkulationen auf dem symbolischen Bandspeicher namens Bewußtsein ist eine Kombination aus "Orakelmaschine" (Turing³²³) und deterministischer Turingmaschine, als aktuelle Umschrift der programmierten Tabelle je nach aufkommenden Signalen aus der Welt - inklusiv Delta-*t*. Die "Verschiebung eines Elektrons" im Mikrosekundenbereich (Turing) kann ein Jahr später eine ganze Lawine auslösen; die sich darin manifestierende Komplexität unterscheidet sich sowohl von abstrakten wie von real implementierten diskreten Rechenmaschinen, die es prinzipiell erlauben, aus jedem bekannten Schritt die Kenntnis aller späteren Schritte zu extrapolieren.³²⁴

An die Stelle des emphatischen Festplattengedächtnisses tritt im Computer die Zwischenspeicherung: „The Lifestreams system treats your own private computer as a mere temporary holding tank for data, not as a permanent file cabinet.“³²⁵ Zukunft, Gegenwart und Vergangenheit sind nur noch Segmente, Funktionen einer Differenzmarkierung innerhalb des Datenstroms: "Documents in the 'present' can be changed or expanded. Farther back, in the 'past', they have frozen into history and you can read but not change them. Each user decides when the present ends and the past begins - at what point [...] documents freeze. One possibility [...] is to freeze today's documents at the start of tomorrow. [...] Or a user might postpone freezing for a week, or forever. The far tail of the stream [...] might disappear at the system's discretion into warehouse storage"³²⁶ - ein katechontisches, also das Ende aufschiebendes *outsourcing* des Arbeitsspeichers der Gegenwart ins *Read Only Memory*, buchstäblich. An die Stelle des Begriffs Zukunft ist die Pluralität von Optionen als protentive getreten, der direktübertragbare Zwischenspeicher als retentive Ausstülpungen der Gegenwart.

Was geht an Kontinuierlichem verloren, wenn der Computer Zeit lediglich diskretisiert? Das sprunghafte Fortschreiten des Sekundenzeigers auf dem Ziffernblatt der Uhr vermag noch diskret wahrgenommen zu werden, während im Minutenzeiger schon kontinuierlich die Zeit zu verfließen scheint. Durch solche Zeitwahrnehmung trainiert, erscheint dem menschlichen Visus auch die zeitdiskrete Folge von LED-Punkten als gerichtete Sequenz. Der hochgetaktete Computer als Realisierung der Turing-Maschine aber würde vielmehr nur eine Vielzahl diskreter Zustände als verschiedene Punktlagen im Raum wahrnehmen. Die alternative Sichtweise ist die Selbstwahrnehmung des Lebens in

³²³ Siehe <https://notendur.hi.is/hh/kennsla/rrr/Oracle%20machines.pdf>; Zugriff 11. Oktober 2018

³²⁴ Alan M. Turing, Kann eine Maschine denken?, in: Kursbuch 8 (1967), 106-137 (114 f.)

³²⁵ David Gelernter, Machine Beauty. Elegance and the Heart of Technology, New York (Basic Books) 1997, 106

³²⁶ Gelernter 1997: 110

Integralform, d. h. nicht als Serie zeitdiskreter Samples, sondern der jeweiligen Zeitabschnitte Δt .

In biologischer Hinsicht *passiert* Leben als elektrophysiologischer Signalstrom bzw. in kinetisch-chemischen Reaktionen; die sprachlich kodierte bewußte Reflexion desselben aber operiert turingmaschinenartig, in Zeit-Zuständen nach jeweils epochal wechselnden Konfigurationen. Jeder Moment ist die diskrete Funktion einer Kombination aus jeweiliger Befehlstabelle und auf Endlosband (zwischen)gespeicherten Symbolen. Daraus resultiert ein Modell von Gegenwartsbewußtsein (Türings Maschinen"awareness"), nachrichtentechnisch als Kurzzeitspeicher verstanden³²⁷: diskret getaktete Zustände mit Übergangswahrscheinlichkeiten (Markovketten). Für aktuell anstehende Entscheidungen sind diese allein auf Basis der schiereren Jetztvergangenheit der Symbolfolgen maßgeblich.

Der konzeptionelle Erfinder des frei programmierbaren Digitalcomputers, Alan Turing, formulierte es in einem Papier zu *The State of the Art* eindeutig: "Treat time as discrete." In jedem Moment ist die Maschine in einem völlig gegenwärtigen Zustand. Erst im Schaltmoment wird wieder eine Speicherzelle (von Band) nach Anweisung der Tabelle ausgelesen und neu beschrieben.

"Ein Computer hat eine grundlegende *fixierte* oder *stark verdrahtete* Architektur, die dennoch in hohem Maße plastisch ist, dank des *Gedächtnisses*, welche beide, *Programme* (bekannt als Software) und *Daten* speichern kann, nur vorübergehende Muster, die erstellt werden, um aufzuspüren, was auch immer repräsentiert werden soll."³²⁸ Zur von-Neumann-Architektur des Computers gehört ein "Memory", in dem sowohl die Daten als auch die Instruktionen bewahrt werden. Dieser Computer kann das, was sich im menschlichen Gehirn nahezu parallel abspielt, allein im sequentiellen Format abgreifen, wirkt aber metaphorisch auf das anthropologische Modell zurück: "Ein bewußter menschlicher Geist ist mehr oder weniger eine seriale virtuelle Maschine, die - ineffizient - an der parallelen Hardware montiert ist, die die Evolution uns geliefert hat. [...] Die Wörter werden separat in Registern im Gedächtnis gespeichert, ein Wort wird pro Zeiteinheit im Instruktionsregister zugänglich gemacht."³²⁹

"A first-order Markov model learns transition probabilities that describe the likelihood of moving to a particular next position (called a 'state'),

³²⁷ Helmar Frank, Über das Intelligenzproblem in der Informationspsychologie, in: Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft, Bd. 1 / 1960, 91

³²⁸ Daniel C. Dennett, Philosophie des menschlichen Bewußtseins (Hamburg: Hoffmann und Campe, 1994, 278

³²⁹ Dennett 1994: 284 u. 288

given the previous position."³³⁰ Die Ästhetik eines Lebens in diskreten Zuständen samt der Berechnung ihrer Übergangswahrscheinlichkeiten ist keine vorgegebene, sondern ein Schema, die Angleichung an jene symbolische Maschine, an die es gekoppelt ist - inklusiver aller nonlinearen, algorithmischen Verzweigungen. Geht ein Konsument in seinem vertrauten Supermarkt einkaufen, braucht er nicht zu denken, weil er auf immer demselben Weg die Regale abschreitet und beim *Scannen* der Dinge nahezu automatisch ja/nein-Entscheidungen trifft, die einem Gedächtnisimpuls folgen. Umso größer ist die Irritation, wenn die Dinge bisweilen abrupt neu geordnet sind. Diese Mechanisierung gilt für den zeitlichen Takt des Alltags nicht weniger als für die Kopplung eines Lesers an seinen Text – egal, ob vom Bildschirmmonitor oder als Ausdruck auf bisweilen zerknittertem Papier. Der Moment des Lesens überführt die Wahrnehmung in symbolische Zeichenketten, eher mechanisch denn im Sinne von Geist. Am Ende einer Seite stockt die Lektüre mitten im Satz, und falls das Unglück geschieht und die Folgeseite nicht anschließt, versehentlich verlegt ist, stockt die von Alan Turing angedeutete *Papiermaschine*.

Die vertane Chance des *millennium bug*

Wenige Tage vor Sylvester 1999 schien das 20. Jahrhundert nicht nur zu Ende zu gehen, sondern auch zu verschwinden - zumindest in der Logik vieler digital programmierten Gedächtnisse, als beiden Endziffern der Jahreszahlen nicht auf 2000, sondern auf 1900 zurückzuspringen drohten. Im Unterschied zu allen vergangenen apokalyptischen Endzeitvisionen drohte nun ein tatsächliches Ereignis einzutreten. Mit *computing* nämlich findet die Figuration von Zeit nicht nur auf der kalendarischen Ebene statt, sondern das Symbolische der Taktung ist im Realen der elektronischen Datenverarbeitung samt seiner damit verschalteten Umwelten implementiert.

Der *millennium bug* betraf auch all jene Kulturen, die sich nicht der christlich-abendländischen Kalenderrechnung verschrieben hatten. Statt als symbolische Schriftordnung fand ein dramatisches Zeitereignis nicht nur auf der diskursiven, sondern auch auf der physikalisch realen elektronischen Ebene statt. Die meisten Computer der Welt kurz vor der Jahrtausendwende waren derart programmiert, daß für sie der Schritt ins neue Jahrhundert ein anachronistischer Zeitsprung. Die damalige Lage: "Es wird Versicherungsunternehmen, Banken, Rentenbehörden, Industriebetriebe und Handelshäuser [...] Milliarden DM kosten, ihre Computer davon zu überzeugen, daß am 1. Januar 2000 tatsächlich ein

³³⁰ Rebecca Fiebrink / Baptiste Caramiaux, *The Machine Learning Algorithms as Creative Musical Tool*, in: Alex McLean / Roger T. Dean (Hg.), *Oxford Handbook of Algorithmic Music*, Oxford / New York (Oxford University Press) 2018, 181-209 (194)

neues Zeitalter beginnt und daß dieser Tag nicht der 1. Januar 1900 ist. Die Ursache für die Zweideutigkeit künftiger Jahreszahlen ist tief in jenen Computerprogrammen verborgen [...]."³³¹ Damit setzte eine Form der Analyse ein, welche Medienwirken nicht auf ihre Geschichte reduziert, sondern sie kalkuliert, mithin in ihren jeweiligen Zustände als Aggregate beschreibt. In binärer Form als numerischer *string* 11111010000 hingeschrieben, verliert das Jahr 2000 die Assoziation seines apokalyptischen Narrativs. Was sich hier in der formalen, algorithmischen Sprache operativer Technologien artikuliert, ist ein besonderes Konstrukt symboltechnisch organisierter Temporalität: das Zeitreal.

Die Berliner Energieversorgung *Bewag* hatte die Computer ihrer Kraftwerke in Form einer Simulation auf die Jahresumstellung 2000 schon vorweg getestet. Solche Zeittäuschung ist überhaupt nur möglich, weil Rechner kein Zeit-, sondern lediglich Prozeßbewußtsein haben. Das *Jahr-2000-Problem* eröffnete eine Chance: fortan mit diskreten Zeitsprüngen zu rechnen, mit techno-archivischen Zuständen anstelle linearer Folgen, die im Namen von "Geschichte" diskursiviert werden.

Genau dies unterscheidet längst logisch-arithmetische Maschinen (digital) von reinen Signalwandlungsapparaturen (analog), "dass nämlich das Programm paar tausendmal in der Mikrosekunde hin und her springt an andere Stellen, also Funktionen aufruft. Es frisst sich also nicht einfach sequentiell durch den Programmspeicher, sondern bildet Schleifen, hupft und überprüft bedingte Sprünge ständig und springt dann an die andere Stelle oder auch nicht."³³²

An die Stelle der innerpsychischen Illusion kontinuierlicher Zeit tritt eine Wirklichkeit in diskreten Zuständen, mithin in Rekursionen. Die Markovketten-Chronologik der Maschine ist gedächtnislos. Wurde technologisch im Zeilenraster-Bild des Fernsehens die Zeiterlegung vorangetrieben bis in den Millisekundenbereich, ereignet sich der Rechentakt des Computers bereits als Punkt-Sprünge im Nanosekundenbereich.³³³

Grundlage kulturellen Wissens über Vergangenheit sind diskrete Symbolmengen, nämlich Speicherzustände (als buchstäblicher Text, als Archiv, als Bibliothek). Historiographisch geschrieben aber werden diese Zeichen- und Zustandsfolgen, als ob darin kontinuierliche Zeit aufgespeichert vorläge. Gerade die unendlichen Zwischenwerte von Übergängen aber - „Welt“ im Sinne von Leibniz und Heidegger, jene „Feinheit des Wertevorrats im Analogbereich“ (Werner Richter) -

³³¹ <Paraphe> hra, Der Übergang zum Jahr 2000 wird ein teures Ereignis, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung v. 10. Oktober 1996

³³² Friedrich Kittler (im Gespräch mit Birgit Richard), Zeitsprünge, in: Kunstforum International Bd. 151, Juli-September 2000, 100-105 (105)

³³³ Götz Großklaus, Medien-Zeit, in: Sandbothe / Zimmerli (Hg.) 1994: 36-59 (45)

entgehen diskreten Datenlagen. Computing tendiert dazu, sie nicht durch Erzählung zu verblenden, sondern mit solchen Beständen in diskreten Zuständen zu rechnen, sie quantisierend zu (be-)schreiben, transitiv. Die Abtastung und die nachfolgende Quantisierung des solcherart gemessenen Signals ist die Kernoperation der Übersetzung von Welt in *computing*. Das Quantum ist die kleinste, abzählbare Einheit physikalischer Größen, wie die alphabetische Verschriftlichung von gesprochener Sprache als Kulturtechnik selbst schon eine Elementarisierung darstellte. Aller Umsetzung des Parameters Signalamplitude in einen Digitalwert aber geht eine *zeitliche* Diskretisierung voraus.

Diese Datenästhetik verlangt nach informationsasketischer Archäographie, etwa die Aufschreibesysteme Hanne Darbovens aus, als historio-graphische Ereignisse (etwa *Bismarckzeit*, 1978). Schrift und Text dienen ihr als reine Visualisierung von Zeitrechnungen, als eine neutrale Akkumulation von Informationen, die zur Adressierung bereitstehen, so daß Inhalte bewußt zurückgedrängt werden: „Ich schreibe, aber beschreibe nichts“ (Darboven). Sie bringt durch numerische Prozeduren Daten in eine Form, die die Herkunft, den ursprünglichen Kontext der Fakten bewußt ausblendet (K.-U. Hemken). Volker Grassmucks Konsequenz lautet dementsprechend: „Mit dem Verlust von Geschichte und verbindlichem Kanon als Selektionskriterium auf der einen Seite und mit der technischen Machtbarkeit auf der anderen geht der Trend heute dahin, einfach alles zu speichern.“

Das Ende der Geschichte *ist* die Zukunft des Archivs als Form, nicht länger in Stetigkeiten und Linearitäten, sondern in diskreten Zuständen, mithin: archivologisch zu denken.

Gegen Ende des 20. Jahrhunderts überdauerten die Kernteile vieler Programme besonders für Datenbanken der finanziellen Zinsberechnung - also Gedächtnis dort, wo es Kapital wird, an Ökonomie selbst gekoppelt ist - noch aus der Frühzeit des Computers; sie wurden in einer Zeit geschrieben, als Speicherplatz ebenso wertvoll war wie Rechengeschwindigkeit selbst. Die zwar scheinbar obsolete, tatsächlich aber noch in Rechnern fortexistierende Programmiersprache hieß Cobol. Um Speicherplatz zu sparen, verzichteten Programmierer medienökonomisch darauf, Kalenderdaten vollständig auszuschreiben. Die fortlaufende Zählung der zweistelligen Datumsfelder resultierte in der Katastrophe des (Rück-)Schritts von 1999 zu 2000 als 1900 - in Betriebssystemen, Netzwerken und anderen Bereichen von *computing*. Somit steht nicht kulturelles Gedächtnis, sondern technische Speicherökonomie am Ursprung (*en arché*) des *millenium bug*. Damit korrespondiert das Kurzzeitgedächtnis der neuesten Technologien, die ihr eigenes Futur II nicht einkalkulieren: daß auch die digitalen Technologien einmal gewesen sein werden. Das Jahr-2000-Problem war auch von der Hardware her faßbar, ihrem schnellen Verschwinden. Betriebssysteme

laufen - wie der Name es sagt - auf bestimmten Plattformen. Software wird nicht nur von der Informatik her obsolet, sondern von den technischen Bedingungen ihrer Vollziehbarkeit her. Das Apriori dessen, was überhaupt symbolisch ausgesagt werden kann - also das *Archiv* im Sinne Foucaults - heißt immer noch Hardware, allen Emulatoren und scheinbar plattformunabhängigen Programmiersprachen wie Java zum Trotz.

So waren zum vergangenen Jahrtausendende noch Milliarden von Programmzeilen mit nur zweistelligen Jahresvariablen im Einsatz. Diese Zeilen einzeln auf jeden Datumseintrag durchzusehen und zu korrigieren kostete Menschenzeit. In einem solchen Moment gibt es keine Option einer technischen Weiterentwicklung mehr, keinen historischen Zeithorizont der Software, sondern nur noch den radikalen Abbruch, eine medienarchäologische Bruchstelle. So war es in vielen Fällen wirtschaftlicher, das Jahrtausendproblem als Chance zu nutzen, die ohnehin fällige, aber oft seit Jahren hinausgezögerte Umstellung auf moderne, sprich: mit vierstelligen Jahresdaten operierende Software zu vollziehen. Speicherplatz war Ende 1999, im Unterschied zu den ersten Computern zuvor, kein wesentliches Problem mehr. Daneben aber eröffnet das *Jahr-2000-Problem* auch die Gelegenheit zu einer chrono-epistemologischen Umstellung: vom Denken in Geschichte auf ein Denken in diskreten Zuständen.

Momentane Zustände: Kinematographie

Der *millenium-bug* barg, wie alle Katastrophen, eine epistemologische Chance, die Jahre später fast schon wieder vertan war. Der Kurzschluß 2000 / 1900 implizierte einen *timewarp*, einen Sprung zurück in eine Zeit, in der Maschinen bereits diskret operierten. Ein Zeit-Denken in diskreten Abschnitten und Intervallen (wie in zwischenmenschlichen Beziehungen längst schon vom Delta t , also von Lebensabschnittspartnerschaften die Rede ist) entspricht der kinematographischen Zeit-Ästhetik des Schnitts. Dies läuft darauf hinaus, mit den Augen des Cutters Wirklichkeit zu filtern, mit Diskontinuitäten zu rechnen, die medientechnische Zeitfigur der Reversibilität zu verinnerlichen, wie sie von filmischen Techniken der Zeitachsenmanipulation seither nahegelegt sind. Der Rücksprung auf 1900 ist eine Archäologie der chrono-photographischen Epoche. Film selbst hat (als Aufnahme- und Projektionsgerät), auf der apparativen Ebene, Leben und seine Signatur, die Bewegung, in diskrete Schritte, in Sprünge zerteilt, in Bildzustände der Frequenz von 24 pro Sekunde, mechanisch an das Laufwerk einer Uhr gekoppelt. Die Reproduktion von gelebten Szenen resultiert in einer Serie von Momentaufnahmen, wie es im digitalen Sampling eskaliert.

Die filmtechnische Unterscheidung fortlaufender Kader durch einen schmalen Steg auf Zelluloid (maschnell korrespondierend mit dem für

einen Moment den Fortlauf arretierenden Malteserkreuz im Projektionsapparat) geht medienarchäologisch bis auf die Einführung diskret getakteter Uhrwerken mit Hemmung seit dem 13. Jahrhundert einher. An die Stelle der kontinuierlichen Entspannung einer Feder tritt die Hemmung: „Ein diskontinuierlicher Ablauf wird in einen kontinuierlichen überführt, indem seine Zeit in gleiche Abschnitte unterteilt wird.“³³⁴

Maxim Gorki nimmt anfänglich die Zuständlichkeit des Film-Bilds noch medienarchäologisch distant wahr: Im Kino ist „alles in Bewegungslosigkeit erstarrt. [...] Aber dann plötzlich fährt ein ungewohntes Flackern über die Leinwand, und das Bild regt sich zum Leben.“ Die Reversibilität von Leben und Tod im Speichermedium Film markiert zugleich seine Differenz zur tatsächlich gelebten Wirklichkeit. In der Physik ist die Entropie ein Maß für die Zufälligkeit oder „Vermischtheit“ einer Situation; und die Tendenz thermodynamischer Systeme, weniger und weniger organisiert, immer perfekter „vermischt“ zu werden, ist so grundsätzlich, daß Eddington behauptet, daß erst diese Tendenz der Zeit ihre Richtung gibt - uns erst damit erkenntbar werden läßt, ob eine filmische Abbildung der Welt vorwärts oder rückwärts läuft (Warren Weaver). Das Kine-Epitaph verspricht die Umgekehrung des Zeitablaufs. In Bezug auf die sichtbaren Phänomene schien es, als ob der *kinematographe* es erlaubte, die Zeit rückwärts laufen zu lassen. Am Ende würde der Tod aufhören, absolut zu sein (*La Poste* 1895). Der *Los Angeles Times* zufolge warteten im Jahre 1999 in den USA etwa 250000 Gräber noch auf die Leiber ihrer Auftraggeber, die zwar die „19“ des Jahrhunderts ihres Ablebens bereits kostensparend vor Jahrzehnten in ihren Grabstein hatten eingravieren lassen, aber zum Millenium nicht rechtzeitig gestorben waren. Im Computer war das Zurückspringen an den Anfang des 20. Jahrhunderts, von 1999 auf 1900, bereits vorprogrammiert. Im Unterschied zu Grabsteinen sind digitale Inschriften reversibel; im Rücksprung von 2000 auf 1900 ist genau dieser Moment angesprochen. Zu dieser Zeit, um 1900, war gerade begonnen worden, Lebensbilder chrono-photographisch zu reproduzieren, höchst diskret, in Sprüngen - während Sprache, phonographisch aufgenommen und reproduzierbar gemacht, gerade umgekehrt das diskrete Alphabet zugunsten stetiger Signalamplituden entmachtete.

Daß ein laufender Film 24mal in der Sekunde unterbrochen wird, ändert an der menschenseiteigen Empfindung seiner Kontinuität wenig. Erst wenn mehrere Bilder gleichzeitig zur Auswahl stehen, liegt eine Nichtlinearität vor. Im Schnitttraum unterbricht der Cutter die standardisierte Zeitfolge, um Bilderstreifen nebeneinander anordnen, betrachten und auswählen zu können. Es ist als Erzähltechnik auch

³³⁴ Peter Gendolla, Die Einrichtung der Zeit. Gedanken über ein Prinzip der Räderuhr, in: Christian W. Thomsen / Hans Holländer (Hg.), Augenblick und Zeitpunkt, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1984, 47-58 (49)

literarisch vertraut: Stets unterbricht der Moment der Verzweigung den zeitlichen Ablauf, und damit korrespondiert die frühe Technik des filmischen Stoptricks. In seinem 1897 erschienen Buch *The ABC of the Cinematograph* rät Cecil Hepworth seinen Kameraleuten, bei Ereignissen, die zu lang für eine Aufzeichnung auf einer Filmrolle sind, die Kamera zwischendurch anzuhalten, um nur die entscheidenden Momente aufzunehmen.³³⁵ Im medienarchäologischen Kino rechnet Film mit diskreten Zuständen, jenseits der menschlicher Wahrnehmung durch die technische List vorgespiegelten Illusion von kontinuierlicher Bewegung. Auf der zweiten Beobachterebene kommt es dann in der Montage zum *re-entry* der Diskretisierung von Film, diesmal wahrnehmbar, sofern man die Augen davor nicht im Wunsch nach Großen Erzählungen verschließt.

Zeitwissen wird nicht mehr exklusiv im Modus des Historischen erzählt. Demzufolge gilt es, *das Archiv zu schreiben*, d. h. Daten zunächst strukturiert auszustellen, statt sie durch narrative Interpretation zum Verschwinden zu bringen. Information ist immer schon bearbeitetes Wissens (*processed data*), aber diese Form der Bearbeitung muß nicht notwendig die der Erzählung sein.

Die Tatsache der Ein- und Ausschaltbarkeit ist grundlegend für das Denken über Maschinen. Die Möglichkeit, die Maschine anzuhalten, um zu einem beliebigen späteren Zeitpunkt an der exakt gleichen Stelle fortzufahren, hat Konsequenzen für die Zeitökonomie. Vor allen *time codes* hat die TV-Fernbedienung (*remote control*) den raschen Programmwechsel antrainiert, und im Videorecorder eskaliert es: "With it you can edit out any unwanted material while recording a programme, or interrupt the action whenever you like during playback."³³⁶ Der Versuchung zur narrativen Glättung diskreter Symbolfolgen und Zeitabschnitte beim Lesen, Schauen und Hören zu widerstehen erfordert Disziplin, *radikale Archäographie*, ein Schreiben nahe am Ursprung, d. h. im non-diskursiven Zustand.

Der Computer kennt kein emphatisches Gedächtnis, sondern kybernetische Zustände - Speicher als Form von Latenz. "Das innere Spiel der Maschine ist eine ständige, getaktete Umformung von Symbolen. Die rhythmischen Muster der Zustandsübergänge folgen dabei streng formalen Regeln. [...] Die Vergangenheit eines Prozesses muß, wenn sie erinnert werden soll, als Teil des Zustands der Maschine gespeichert werden. Die inneren Systemzustände, d. h. die Menge der Werte in den Speichern und Registern der Maschine, fungieren somit sowohl als Gedächtnis der Maschine als auch als Abbildungsfläche für die Repräsentationen der Außenwelt. Der Prozeß der Zustandsübergänge [...]"

³³⁵ Stefan Heidenreich, Bilderströme. Lineare und nichtlineare Relationen zwischen Bildern (Typoskript Juli 2000), publiziert in: Kunstforum International, Themenheft Non-Linearität, 2000

³³⁶ VHS-Recorder VS-9800 EK von Akai, zitiert nach: What Video?, Februar 1981, 6, in: Zielinski 1986: 385, Anm. 17

ist in programmierbaren Maschinen ebenfalls Teil des inneren. [...] Der *innere Momentanzustand* ist von der Außenwelt abgekoppelt. So hält der Computer eigentlich nur *Vergangenes gegenwärtig*. Diese Erinnerungsfetzen (z. B. Bilder) werden durch Programmierung auf ein zu bestimmendes *Ziel* hin schrittweisen *Veränderungen* unterworfen."³³⁷

Zeit *ist* hier nicht *apriorisch*, also vor-empirisch gegeben, sondern *wird* technisch gegeben. Neurologische Taktung ist es im Menschen, welche das Bewußtsein Zeit empfinden läßt; Impulsfolgen während der Gehirnaktivität stellen einen (wenngleich variablen und nur teilweise periodischen) *Zeitgeber* dar, der auf einer elementaren Ebene eingehende Sinnesinformation in ihrer zeitlichen Folge strukturiert - diskretisierte *aisthesis*. Auch "Computer bedürfen eines Taktgebers, um Informationen verarbeiten zu können. [...] Ein Taktgeber ist dem Computer vorgegeben wie eine Unruhe einer Uhr. [...] Der Taktgeber setzt ihm Anfang, Ende sowie Sequenz und Frequenz seiner Rechenschritte"³³⁸ - chrono-logische Operationen, wie sie als Geschichte(n) kaum noch faßbar sind.

Menschen nehmen aus der Umwelt "keine zeitlich zerstückelten Wahrnehmungssplitter auf, sondern zeitlich zusammenhängende Muster. Aufeinanderfolgende Ereignisse werden vom Gehirn automatisch zusammengefasst. Auf einer weiteren zeitlichen Ebene läßt sich der Mechanismus zur Integration diskreter, in ihrer zeitlichen Ordnung analysierter Elemente zu Wahrnehmungsgestalten beschreiben". In der musikalischen Empfindung wird dieser Integrationsmechanismus wirksam: "Ohne eine Ereignisbindung, die sich über eine bestimmte Dauer erstreckt, würden wir nur sequentiell präsentierte Einzeltöne hören. Tatsächlich aber werden wir von einem musikalischen Motiv, das eine zeitlich zusammenhängende Gestalt bildet, bewegt. Obwohl ein Ton oder Klang schon verklungen ist und darauffolgend ein anderer zu hören ist, wirkt das Vergangene noch nach. Erst auf diese Weise entsteht in uns das Empfinden für die Melodie"³³⁹ - jene Form der zeitlichen Organisation von Tonfolgen zu Musik, analog zur taktübergreifenden Algorithmik im Computer.

Hegel schrieb es: Jeder Ton, in seinem notwendigen Zeitverlauf, ist

³³⁷ Georg Fleischmann / Ursula Damm, xxx, Siehe auch Wolfgang Coy, Der diskrete Takt der Maschine, in: Georg Christoph Tholen u. a. (Hg.), *Zeitreise. Bilder, Maschinen, Strategien, Rätsel*, Frankfurt/M. (Stroemfeld / Roter Stern) 1993, 367-378

³³⁸ Dirk Baecker, Was wollen die Roboter?, in: Carl Hegemann (Hg.), *Freude ohne Ende. Kapitalismus und Depression II*. Berlin (Alexander) 2000, 134-152 (142 f.), unter Bezug auf: Detlef Linke, *Physik des Gehirns: Warum wir keine Computer sind*, in: ders., *Einsteins Doppelgänger. Das Gehirn und sein Ich*, München (Beck) 2000, 85-89

³³⁹ Marc Wittmann u. Ernst Pöppel, *Hirnzeit. Wie das Gehirn Zeit macht*, in: *Kunstforum International Bd. 151*, Juli-September 2000, 85-90 (87)

zugleich Sein-zum-Tod. Mit der Phonographie wurde einst der flüchtige akustische Moment fixierbar – die technische Variante jenes „*praesens de praeteritis*“, von der Augustin in der Spätantike schrieb.³⁴⁰ Die numerische Mathematik aber approximiert selbst kontinuierliche dynamische Systeme über ein Netz diskreter (Zeit-)Punkte, die in einem Automaten verarbeitet werden können. "[E]ven our natural languages are made up of discrete, finite elements so that one could argue that all descriptions of continuous processes must be representable in some form by a finite discrete sequence of finite elements."³⁴¹

Die Grundlage der technischen Nachrichtenübertragung ist eine *diskrete Quelle* im Sinne Claude E. Shannons, der darin auch kontinuierliche Nachrichtenquellen einschließt, sofern sie "nach irgendeinem Quantisierungsprozeß auf diskrete zurückgeführt worden sind"³⁴². Der technomathematisch bedeutungsvolle Aspekt liegt darin, „daß die tatsächliche Nachricht *aus einem Vorrat von möglichen Nachrichten ausgewählt* worden ist“³⁴³. *Archiv* - hier ganz im Sinne Foucaults - ist damit nicht an das emphatische Gedächtnis der Vergangenheit gekoppelt, sondern eine Existenzform der Gegenwart selbst. "Symbols are *created* in continuous dynamical time, and are only *preserved* in discrete, arbitrary structures."³⁴⁴ Was für Nachrichten gilt, die sich aus diskreten Zeichen zusammensetzen, "wie Worte aus Buchstaben bestehen, Sätze aus Worten, eine Melodie aus Tönen oder ein Rasterbild aus einer endlichen Zahl von Bildpunkten", ändert sich demnach auch nicht im Falle kontinuierlicher Nachrichten, etwa "die Stimme mit ihrer sich kontinuierlich ändernden Tonhöhe und Lautstärke? Grob gesagt wird die Theorie schwieriger und mathematisch komplizierter, aber nicht grundsätzlich anders."³⁴⁵

Auch Neuronen im Hirn funktionieren "like a discrete switch"³⁴⁶. Mögen die Übergänge von einem in den anderen Zustand bei diskreten Schaltern, sofern sie physikalisch implementiert sind, auch unhintergebar mikrokontinuierlich bleiben, wird dies von der binären Logik platonisch

³⁴⁰ Götz Großklaus, *Medien-Zeit, Medien-Raum: zum Wandel der raumzeitlichen Wahrnehmung in der Moderne*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1995, 21

³⁴¹ Pattee 1974: 130

³⁴² Shannon 1976: 50

³⁴³ Shannon 1976: 41

³⁴⁴ H. H. Pattee, *Discrete und continuous processes in computers and brains*, in: *Physics and Mathematics of the Nervous System*, hg. v. M. Conrad et al., Berlin / Heidelberg / New York (Springer) 1974, 128-148 (129), unter Bezug auf: Emil Post, *Selections from diary of E. Post*, in: *The Undecidable*, ed. by M. Davis, Hewlett, N. Y. (Rowen) 1965, 420

³⁴⁵ Warren Weaver, *Ein aktueller Beitrag zur mathematischen Theorie der Kommunikation*, in: Claude E. Shannon / ders., *Mathematische Grundlagen der Informationstheorie* [*The mathematical theory of communication, 1949], 11-40 (32)

³⁴⁶ Pattee 1974: 128

ausgeblendet. Was hier buchstäblich zählt, ist schlicht die faktische Unterscheidbarkeit. Es gilt, technische Zeit in diskreten Sprüngen so zu behandeln, wie sie vorliegt, unbeschadet der Kohärenz im Imaginären. Technische Medien kennen nur Signale und das im Realen materialisierte Symbolische.

Im kinematographischen Projektor (wie schon in der registrierenden Kamera) wird mit Hilfe einer Kombination aus mechanische verblendeter Intermittenz im Spiel mit dem menschlenseitigen Nachbild- und Phi-Effekt ein kontinuierlicher Bewegungseindruck hervorgerufen, doch was tatsächlich vorliegt, ist eine Uhrwerksbewegung. Auch Automaten haben diskrete Zustände; allein zwischen zwei Takten (und sei im Megahertz-Bereich) ist die Maschine in einem undefinierten Zustand. Die Differenz zwischen einem physikalischen Prozeß und einem konzeptionellen Zustand ist irreduzibel. Auch das elementare Archiv (als Inventar, als Register, als Repertoire) stellt einen Zustand dar. Das allmähliche *fade-out* seiner Buchstaben aber, die mit der Zeit verblassen, ist ein stetiger Prozeß.

Marvin Minsky hat *Finite Automaten* beschrieben. Endliche Automaten haben keinen expliziten Speicher; sie (er-)kennen vielmehr nur Zustände, im Unterschied zur Turing-Maschine, deren Band als Speicher fungiert. Ein Schreib- und Lesekopf aber kann immer genau ein Feld eines unendlich langen Bandes abtasten. Auf jedem dieser Felder steht ein Zeichen eines endlichen Zeichenvorrats, oder das Feld bleibt leer; die Maschine nimmt immer nur genau einen von endlichen vielen inneren Zuständen ein. In diesem Sinne operiert auch die Unbegrenzte Registermaschine, die sequentiell Register-, also Speicherplätze abfragt.

Gedächtnislose Gegenwart

Stephane Mallarmé zufolge besagt der Begriff Literatur vor allem, daß sie aus den sechsundzwanzig Buchstaben des geläufigen Alphabets besteht.³⁴⁷ Ein System, das eine Folge von Symbolen hervorbringt, die einer gewissen Wahrscheinlichkeit entsprechen, heißt stochastischer Prozeß. Der funktionale Unterschied zwischen Buchstaben in Bibliothekskatalogen und als Literatur verweist auf den Sonderfall, bei dem die Wahrscheinlichkeit einer Letternfolge von vorhergehenden statistischen oder semantischen Ereignissen abhängt. Markov-Prozesse, also stochastische Zeichenfolgen, sind zunächst einmal zeitirreversibel und gedächtnislos; erst Markovketten n -ter Ordnung lassen einen aktuellen Zustand abhängig vom Wissen über vorherige Zustände werden. Auch der Begriff des historischen Werdens läßt sich nur mit dem irreversiblen Zeitmodus (*t i*) beschreiben; „andererseits können stabile Strukturen nur im reversiblen Zeitmodus, *t r*, existieren“ - die

³⁴⁷ Zitiert nach Kittler 1986: 27

Existenzweise des Archivs.³⁴⁸ Ein diskreter Zustand hat ein implizites, strukturelles Wissen, aber kein historisches Bewußtsein. Ist der vorige Zustand aus dem aktuellen nicht rekonstruierbar, gilt für algorithmische Abläufe, daß ihre Ergebnis nur vom jeweils erreichten Zwischenzustand abhängt, nicht von dem Weg, auf dem er erreicht wurde. In Computern hängen künftige Berechnungen allein vom Anfangszustand gespeicherter Daten ab, nicht aber von dessen Prähistorie. Es ist eine fundamentale Eigenschaft von Rechenanlagen, daß bei gegebenem Programm künftige Berechnungen nur vom Anfangszustand gespeicherter Daten abhängen, aber nicht davon, wie er hergestellt wurde.³⁴⁹ Ein nach Wahrscheinlichkeitsgesetzen ablaufendes Geschehen ist in Markov-Prozessen aus einem gegebenen Zustand aktuell vorhersagbar und unabhängig vom Wissen über den vorherigen Zustand. "Diese Voraussage kann durch keine zusätzliche Information über die Vergangenheit des Systems verbessert werden."³⁵⁰

Getaktet leben / getaktete Zeit erleben

Als ein maschinelles Netz endlicher Automaten hat das Internet „kein organisiertes Gedächtnis und keinen zentralen Automaten und wird einzig und allein durch eine Zirkulation von Zuständen definiert“.³⁵¹ Es operiert mithin wie das Gedächtnis aus der Sicht des radikalen Konstruktivismus: sich jeweils aktuell bildend, nicht dauerhaft speichernd.

Rechner sind "auf Berechenbarkeit und Meßbarkeit, auch Abzählbarkeit von Zuständen angelegt"³⁵², während sich menschliche Kommunikation nur unter Ausfilterung wesentlicher Paratexte auf quantifizierbare Aktionen reduzieren lassen. Mögen Menschen daher von den Zeitweisen des Computers lernen. Tatsächlich verbringen Menschen einen guten Teil ihres nicht-träumenden Tages mit vernünftigen, gar logischen Operationen: argumentativ sprechend, textlesend und -schreibend, sowie rechnend und kalkulierend. Für diese Momente sind sie im

³⁴⁸ Friedrich Cramer, *Der Zeitbaum. Grundlegung einer allgemeinen Zeittheorie*, Frankfurt/M. 1994, 73, hier zitiert nach: Andrea Gnam, „Die Absence als Ausbruch aus der mnemotechnischen Konditionierung“, in: Gerhard Neumann (Hg.), *Poststrukturalismus: Herausforderung an die Literaturwissenschaft*, Stuttgart / Weimar (Metzler) 1997, 145-163 (158)

³⁴⁹ Fridolin Hofmann, *Betriebssysteme. Grundkonzepte und Modellvorstellungen*, Stuttgart (Teubner) 1984, 40

³⁵⁰ Hans Hörmann, *Psychologie der Sprache*, Berlin / Heidelberg (Springer) 1970, 103

³⁵¹ Gilles Deleuze / Félix Guattari, *Tausend Plateaus. Kapitalismus und Schizophrenie*, a. d. Frz. v. Gabriele Rick / Ronald Vouillié, Berlin (Merve) 1992, 31 u. 36

³⁵² Gerold Ungeheuer, *Sprache als Informationsträger*, in: ders., *Sprache und Kommunikation*, 2. erw. Aufl. Hamburg (Buske) 1972, 25-35 (35)

Maschinenzustand, gemäß Turings Definition der *states* und *m-configurations*.³⁵³ Das getaktete Leben findet sich im *clocking* und in der "Algorhythmik" (Shintaro Miyazaki) des Digitalrechners wieder, welches die komplexen Datenverarbeitungsprozesse synchronisiert. Auf höherer Ebene entspricht diesem getakteten Rhythmus ein Leben in Intervallen.

Als deutscher Staatsminister für Kultur und Medien zitierte Michael Naumann die Aussage eines Arabers gegenüber einem Reporter der Neuen Züricher Zeitung: „Bei Euch macht die Zeit tick-tock-tick-tock. Bei uns macht die Zeit mmmmm“, und kommentiert: "Unsere Vorstellung von Zeit ist geprägt durch eine Mechanisierung des Bewusstseins, wie es sich am Geräusch der Uhr manifestiert."³⁵⁴ Naumann hat als Student versucht, sich einen reflektierten Begriff von Zeit zu verschaffen, als Gedankenexperiment: "Ich habe nämlich versucht, mich eine Minute lang an die sehr klar hörbaren und deutliche Geräusche eines Kienzle-Weckers zu erinnern. Eine Minute lang habe ich versucht das Ticken zu memorieren. Es ist insofern unmöglich, als Sie zwar die Gesamtheit des Tickens erinnern können und auch den einzelnen Ton, aber den Ablauf der Minute nicht. Meine physiologischen Fähigkeiten der Erinnerung [...] scheiterten [...] vis-à-vis der Stille zwischen den Tönen."³⁵⁵ Erst der Rechner vermag solche Erinnerung zu leisten; Turing thematisiert die humane Unmöglichkeit, Ketten binärer Kodierung ab einer bestimmten Länge noch voneinander unterscheiden zu können. Naumanns defektem Uhrengedächtnis aber kann nachgeholfen werden. Der Sender Freies Berlin stellte ein digitales Tonarchiv von rund 1000 Geräuschen und Atmosphären (Uhrenticken, Tropfen eines Wasserhahns) unter dem Namen *hoerspielbox.de* zur freien Nutzung ins Netz.

Pasternak meinte, daß Shakespeare in Versen geschrieben hätte, weil das schneller vonstatten geht. "Es schreibt sich dann automatisch, der Rhythmus erzwingt den Text."³⁵⁶ Verse stellen also schon eine Art virtuelle Maschinen dar. Real ist Literatur als Buchstabenketten mechanisiert in Buchdruck und Schreibmaschinen, wie sie Friedrich Nietzsche als Philosoph nicht nur benutzt, sondern auch als Korrelat zum Denkmechanismus (seinerseits typographisch) be- und geschrieben hat: "SCHREIBKUGEL IST EIN DING GLEICH MIR: VON EISEN [...] GEDULD UND TAKT MUSS REICHLICH MAN BESITZEN". Diese Worte hackte er der Schreibkugel Marke Malling Hansen in die Tasten, doch wie jede Mensch-Maschine-Kopplung läßt sich diese Aussage auch

³⁵³ Alan Turing, On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem, in: Proceedings of the London Mathematical Society (2), Bd. 42 (1937), 230-265

³⁵⁴ Michael Naumann, Erinnern und kulturelles Bewusstsein, in: Dt. UNESCO-Kommission (Hg.), Geschichte und Erinnerung. Gedächtnis und Wahrnehmung, Bonn 2000, 77-84 (77)

³⁵⁵ Naumann a. a. O., 78

³⁵⁶ Heiner Müller, Krieg ohne Schlacht. Leben in zwei Diktaturen. Eine Autobiographie, Köln 1992, zitiert ebd., 51

seitenverkehrt lesen: Was spricht, ist längst schon der von der Schreibmaschine umformatierte Nietzsche.

Vision einer Welt ohne Geschichten: eine "time of non-reality"

Für das Modell des binären elektronischen Computers gilt, daß "ein Flip-Flop innerhalb einer gewissen Zeit, der Taktzeit, von einem stabilen Zustand in den anderen übergeht"³⁵⁷. Der "Moment des Umschlagens" (ebd.) läßt sich im Sinne Fouriers als extreme Form der Überlagerung von Schwingungen zum *quasi*-sprunghaften, eckigen Ereignis analysieren respektive im Sinne der Infinitesimalrechnung differenzieren. Diese - von Norbert Wiener als "time of non-reality" benannte Schaltzeit³⁵⁸ - "liegt außerhalb der Betrachtungsweise der Automatentheorie"³⁵⁹ und manifestiert das Defizit der Logik (und der pythagoreischen Zahlenharmonie) gegenüber dem zeitkritischen Moment, resultierend in einem Oxymoron: "Das Denken in ganzen Zahlen und diskreten Zuständen", so Zuse, erfordert "ein Denken in un stetigen Übergängen" (ebd.)

Asynchron zur historischen Welt zu leben heißt nicht etwa aus der Zeit zu fallen, sondern vielmehr deren Überlagerung, Phasenverschiebung, Verzögerung. "Das Medienzeitalter - im Unterschied zur Geschichte, die beendet ist - läuft ruckhaft wie Turings Papierband."³⁶⁰ Einem im 19. Jahrhundert formulierten Diktum des Geschichtstheoretikers Johann Gustav Droysen zufolge gilt es, die Realität der Vergangenheit als Archiv aus ihrer opaken Narration zu lösen und ihre modulare Rekonfigurierbarkeit zum Zuge kommen zu lassen. So ist das Präfix "re-" zur Signatur der Jahrtausendwende geworden. Die Themenbereiche der kreativ-kommerziellen Konferenz *Berlin Beta 3.0* standen um 2000 unter Titeln wie "Re:build, Re-Frame, Re:invent", worin ein Kritiker ein Zeichen für die Unsicherheit angesichts der *new economy* sieht: "also das Ganze noch mal von vorn"³⁶¹.

Übertragen auf den Umgang mit biographischen Bruchstellen resultiert dies in einer symbolischen Maschinenbildung, welche disparate Erfahrungen *im Widerstreit* im Arbeitsspeicher des Kurzzeitspeichers stehen läßt, um sie zyklisch zu rekombinieren.

Allein Turings "Orakelmaschine" vermag auch das Inberechenbare mit

³⁵⁷ Konrad Zuse, *Rechnender Raum*, in: *Elektronische Datenverarbeitung* Bd. 8 (1967), 336-344 (343)

³⁵⁸ Dazu der Beitrag von Claus Pias, xxx, in: Axel Volmar (Hg.), *Zeitkritische Medien*, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009, xxx-xxx

³⁵⁹ Zuse 1967: 343

³⁶⁰ Friedrich Kittler, *Grammophon - Film - Typewriter*, München (Fink) 1985, 33

³⁶¹ Sebastian Handke, *Bullshitting-Alarm*, in: *die tageszeitung <Berlin>*, 5. September 2000, 23

einzukalkulieren. *Interactive identity machines* "can mimic any Turing machine and any input stream from the environment"³⁶². Bei dem, was dann diskret gesampelte Welt heißt, fällt allerdings genau das heraus, was sich nicht in endlicher Zeit berechnen läßt - etwa die gesamte Geschichte. Denn "ein entscheidender Unterschied zwischen den jetzigen Versionen der Computer und dem Nervensystem liegt darin, dass die Nervenzellen nicht durchgehend getaktet sind und damit auch kein binärer Code für die Informationsverarbeitung bestimmt werden kann"³⁶³ - eine Differenz von maschineller und sozialer (De-)Synchronisation und Rhythmisierung. Im menschlichen Gehirn sind die Zeitfenster für Einzelschritte nicht exakt definiert; dies begrenzt den "Versuch, eine Turingmaschine zu werden"³⁶⁴, als konkrete "Imitation des Stanzens des Lesekopfes" (ebd.). Genau dieser Versuch aber ist es, durch beständige Überführung (Sampling) realer Welterfahrung dieselbe in eine symbolische Lebensordnung zu bringen.

Im Unterschied zu Archiven vermögen technische Signalspeicher Wiederbelebarkeit vorzugaukeln; dies jedenfalls empfanden die ersten Zuschauer des neuen Mediums Film, das Tote zu erwecken und die Zeit umgekehrt ablaufen zu lassen schien. Ein Kind, das auf einem Cassettenrecorder tastende Klavierkompositionen als Phonostenogramme speicherte, mag Jahrzehnte später auf ein solche Tape zurückgreifen, und seine Finger spielen die Komposition auf einem nunmehr elektronischen Key-Board nach. Das motorische Gedächtnis wird rückgekoppelt an die technische Reaktualisierung.

Computerspiele und Computernetze: scheinbar narrativ, tatsächlich die Dekonstruktion der Erzählung

Ist die kulturelle Macht des Narrativen so umfassend, daß sie sich auch die scheinbar kontingenten Praktiken des Computerspiels wieder einverleibt? Vornehmlich *Adventure games* entfalten keine Erzählung, sondern Navigation; sie verteilen eine diskrete Handlung auf ein Diagramm von Orten und instantanen Verknüpfungen. Diese Kenntnis der geographischen Länge und Breite entspricht der Chrono-Logik des Global Positioning Systems - wie einst in der Schifffahrt als "genaue Ermittlung der Zeit, Localität und Verhältnisse derjenigen Umstände, auf welche sie sich beziehen."³⁶⁵ Navigation heißt Orientierung im Datenraum; die tatsächliche Infrastruktur bildet ein zeit-räumliches Koordinatennetz.

³⁶² Wegner 1997: 84

³⁶³ Detlev B. Linke, Zeit-Design. Plädoyer für Unsterblichkeit, in: Kunstforum International Bd. 151, Juli-September 2000, 91-95 (92), unter Bezug auf: Alan Turing, Computing machinery and intelligence, in: Mind 59 (1950), 433-460

³⁶⁴ Linke 2000: 95

³⁶⁵ Eduard Brinckmeier, Praktisches Handbuch der historischen Chronologie aller Zeiten und Völker, besonders des Mittelalters, 2. Auflage Berlin (Hempel) 1882, Vorrede zur ersten Auflage, v

Hugo von St.-Viktor zufolge machen *persone, a quibus res geste sunt* (handelnde Personen), *loca, in quibus geste sunt* (Schauplätze), und *tempora, quando geste sunt* (Zeitpunkte) die Koordinaten der Historie aus; in diesem Sinn korreliert die mittelalterliche Karte als graphische Darstellung des Menschen im Raum mit der *Annalistik*³⁶⁶ - eine pfadabhängige "Netzkonstruktion [...], die allein an Wahrscheinlichkeitsimplikationen zwischen gleichzeitigen Ereignissen angeknüpft wird."³⁶⁷ Es sind die Knotenpunkte eines Graphen, welche die Zeitrichtung kennzeichnen. Die einfachste Grundform eines solchen Zeitdiagramms ist wahrhaft medienarchäologisch betrachtet die rhizomatische Gabelung - *bifurcating time*³⁶⁸. "[w]ir werden deshalb dazu geführt, die Zeitordnung auf die Eigenschaften einer Netzstruktur zu begründen"³⁶⁹.

An die Stelle kausaler Ableitung tritt die Vernetzung als Darstellung diskreter Speicher-, Archiv- und Wissenszustände." Jenseits aller Reisemetaphern aber ist das Navigieren in diesem Diagramm sprunghaft; im Rechner in seiner Von-Neumann-Architektur sind Prozessoren so getaktet, daß sie kurz innehalten, nachrechnen und ruckartig zwischenspeichern, in Zeitsprüngen.

Anhand der ersten Adventurespiele aus der Routing-Arbeitsgruppe des ARPAnet verfolgt Claus Pias das Problem von Kartographie und Erzählung bis auf die Ebene der Programmierung, d. h. der durch Software bereitgestellten Kategorien und des programmierten *archive* (im Sinne Foucaults) als Summe dessen, was Aussagen ermöglicht³⁷⁰ - *code poetry*. Was im Computerspiel sag- respektive spielbar ist, ist buchstäblich, genauer: alphanumerisch *vorprogrammiert*. Anfang und Ende bilden hier nur noch den äußeren Anlaß zum (oder Anlaß vom) Spiel: "not an end in itself, but a means toward the goal of luring the player into the game-world."³⁷¹ Hinter dem Vorschein dramatischer Entscheidungen verbergen sich real praktizierte Serien von algorithmischen Pfaden: Rauten in einem Flußdiagramm und Knoten in einem Netzwerk. Eine Verbindung zwischen zwei Punkten, auch wenn ein zeitintensiver Verlauf dazwischengeschaltet ist, ist noch keine Erzählung; sie ist nicht kausal, sondern Datenverarbeitung als Sprünge von einem diskreten Zustand zum

³⁶⁶ Siehe Anna-Dorothee v. den Brincken, Europa in der Kartographie des Mittelalters, in: Archiv für Kulturgeschichte 55, Heft 2 (1973), 289-304 (294)

³⁶⁷ Hans Reichenbach, Kausalstruktur der Welt und der Unterschied von Vergangenheit und Zukunft, in: Sitzungsberichte der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (Mathematisch-naturwissenschaftliche Abteilung), Jg. 1925, 133-175 (154)

³⁶⁸ Murray 1997: 31

³⁶⁹ Reichenbach 1925: 149

³⁷⁰ Claus Pias, Computer Spiel Welten, München (sequenzia) 2002

³⁷¹ Marie-Laure Ryan, Beyond Myth and Metaphor. The Case of Narrative in Digital Media, in: The International Journal of Computer Game Research, Bd. 1, Juli 2001, 11

anderen in der Turingmaschine. Insofern ist die ludische Ästhetik dem Medium angemessen, in dem sie sich abspielt. Räumliche und zeitliche Pfadverzweigung ist hier gleichermaßen eine Funktion der Algorithmen. Im *Adventurespielen* ("computing" als Vollzug im Unterschied zum Computer-*Adventurspiel*) ist die logische Zeit des Programmcodes entscheidend, nicht die Echtzeit³⁷² - ein zeitkritischer "Modellfall des Interaktivität selbst"³⁷³.

Die Autorität der klassischen Erzählung liegt im Sein als Zeit, in der Ahnung von Ende und Tod. Computerspiele aber machen diesen finalen Punkt reversibel. Da deren Spielfiguren keineswegs unsterblich sind, wird ermöglicht, zwischendurch immer wieder den aktuellen Spielstand abzuspeichern - andernfalls werden ganze Missionen unversehens beendet, und das Spiel muß wieder ganz von vorne beginnen."³⁷⁴ Zeit wird hier nicht mehr im Medium der Erzählung, sondern algorithmisch organisiert. Was noch aussehen mag wie Geschichten, sind tatsächlich Baumstrukturen, *routing*. Erst der Input des Unerwarteten aus der Umwelt, das Unkalkulierbare des Spiel(er)verhaltens, erlöst das programmierte System aus seiner jeweiligen Autoreferentialität.

Binary space partitioning bildet zwar eine Gestalt, doch noch keine Geschichte. Ereignisse, die sich dazwischen abspielen, werden im Computerspiel nicht *er-*, sondern im medienarchäologisch direktesten Sinne schlicht kalkulierend *gezählt*: "Wenn in Adventurespielen Entscheidungsbäume figurieren, wenn es um Wege und Verknüpfungen innerhalb einer positionale Logik von Datensätzen geht, dann fehlt Adventures die für Erzählungen konstitutive Zeitlichkeit [...]."³⁷⁵ Wenn Quellcode die eigentliche Literatur unserer Mediengegenwart bildet, lassen sich hier keine Geschichten mehr finden; zu entdecken sind vielmehr zeitlogische Strukturen: Kreise, Bäume, Labyrinth, Rhizome. "Was erzählen die neuen design-patterns?"³⁷⁶ Werden Computerspiele nicht film- oder fernsehwissenschaftlich, sondern computerarchäologisch analysiert, bilden ihre multimodularen Erzähltechniken gar keine Geschichten mehr.

Der im Zweiten Hauptsatz der physikalischen Thermodynamik gründende Zeitpfeil bringt "ein narratives Element ins Spiel"³⁷⁷. Wenn jedoch ein

³⁷² Mark Butler, *Would you like to play a game? Die Kultur des Computerspiels*, Berlin 2007, 54

³⁷³ Pias 2002: 96

³⁷⁴ Christian Bles (Rez.), über ein Adventure-Spiel, in: *Der Tagesspiegel* (Berlin) v. 2. Dezember 1996

³⁷⁵ Claus Pias, *Adventures. Geschichte als Ereignis und Zählung*. Vortrag auf dem Workshop *interaktiv / narrativ. eine reise*, Bauhaus-Universität Weimar, Fakultät Medien, 22./23. November 2001

³⁷⁶ Kolloquium: *interaktiv / narrativ 2001, abstract*

³⁷⁷ Ilya Prigogine, *Zeit, Chaos und Naturgesetz*, in: *Die Wiederentdeckung der Zeit. Reflexionen, Analysen, Konzepte*, hg. v. Antje Gimmler / Mike Sandbothe /

System durch Wechselwirkung mit seiner Umgebung aus dem Gleichgewicht gebracht wird, durchschreitet es Zonen der Instabilität "und sein Entwicklungsweg kann einen recht ereignisreichen 'historischen' Charakter bekommen"³⁷⁸. Mit Computerspielen teilen dissipative Strukturen die Verschränkung aus Determinismus und Kontingenz, die als Plötzlichkeit im Moment der Bifurkationen eingreift; im eigentlichen Computerspiel dagegen gibt es jeweils eine Chance zum Neuanfang oder zur Wiederaufnahme. Anstatt des Finales herrscht hier eine non-narrative Praxis der Unterbrechung, eine Zeitökonomie periodischer Trajekte.

Computerspiele protokollieren die Kontingenz, phänomenologisch vertraut aus dem Sportgeschehen; auch hier sind die Betrachter "[...] nicht auf Deutungen aus, sie wollen etwas mitbekommen, das sich jeder Deutung entzieht. [...] Weil die sportliche Performance keinen über sich selbst hinausweisenden Sinn vermittelt, lenkt nichts von der Zeit ihrer Darbietung ab."³⁷⁹

Die älteste Quelle eines Adventurespiels weist sich durch ihren 6-stellig begrenzten (weil in PDP-10 FORTRAN geschriebenen) Namen aus: *ADVENT*, 1976/77 von Will Crowther und Don Woods verfaßt. Ein Quellentext vom Typus

DIMENSION LINES(9650)
DIMENSION TRAVEL(750)
DIMENSION KTAB(300)

wird jedoch weniger kompetent von menschlichen Augen denn von Compilern gelesen: "Was hier noch symbolisch aufgeschrieben ist, ist kein Spiel ohne daß es übersetzt würde in Maschinensprache und damit die Physikalität von Hardwarezuständen. Den Text erklingen zu lassen, heißt eben nicht, ihn vorzulesen, sondern ihn in Laufzeitreaktionen von Computern zu überführen, die ihrerseits nicht mehr in den Ursprungstext zurückführbar sind. Die "Geschichte aller Sourcen, ihre 'historia rerum gestarum', wie römische Historiker sagten, [fällt] in Sachen Computer [...] mit den 'res gestae', mit den geschehenen Dingen selbst" zusammen."³⁸⁰

Walther Ch. Zimmerli, Darmstadt (Wiss. Buchgesellsch.) 1997, 79-94 (91)

³⁷⁸ Ilya Prigogine / xxx Stengers, xxx, 1990, 14; dazu Mike Sandbothe, Die Verzeitlichung der Zeit. Grundtendenzen der modernen Zeitdebatte in Philosophie und Wissenschaft, Darmstadt (Wiss. Buchges.) 1998, Kap. 3 u. 4

³⁷⁹ Martin Seel, über: Hans Ulrich Gumbrecht, Die Schönheit des Mannschaftssports, in: Gianni Vattimo /Wolfgang Welsch (Hg.), Medien - Welten - Wirklichkeiten, München (Fink) 1998, in: Die Zeit v. 31. März 1999

³⁸⁰ Claus Pias, Adventures am Scheideweg. Vortrag im Kolloquium der Fakultät Medien der Bauhaus-Universität Weimar, 23. April 1999 (Typoskript), 1 f., unter Bezug auf Wolfgang Hagen, Der Stil der Sourcen. Anmerkungen zur Theorie und Geschichte der Programmiersprachen, in: Martin Warnke u. a. (Hg.), HyperKult: Geschichte, Theorie und Kontext digitaler Medien, Basel / Frankfurt a. M.

Damit nehmen Programmzeilen nicht die Form einer Geschichte, sondern vielmehr die vorhistoriographische Form der Annalistik an (und werden auch so numeriert).

"Die Geschichte, die im Spielen eines Adventures entsteht, ist also punktiert durch Situationen, die Entscheidungen verlangen und hat damit prinzipiell einen nichtlinearen Charakter, auch wenn es semantisch meist um völlig lineare und konventionell erzählte Geschichten geht."³⁸¹ An die Stelle einer zeitlichen Sukzession des chronologischen Erzählstranges tritt die Syntagmatik einzelner Module, was jederzeit Vor- und Rückgriffe, Überlagerungen und Unterbrechungen ermöglicht.³⁸²

"Der Wechsel von Ort zu Ort ist instantan und diskret, nicht durativ und kontinuierlich. [...] Unter Programmbedingungen erweist ein homerisches Erzählen [...] wieder auf: Die Zeit spielt keine Rolle und es gibt keine Dialektik von Vordergrund und Hintergrund."³⁸³ Mikro- und makrozeitliche Kausalität wird also nicht narrativ, sondern rekursiv formuliert. Erst der kognitiven Vollzug durch den Spieler vermag algorithmischen Ereignisfolge eine Plotstruktur zu verleihen.³⁸⁴

In frühen Text-Adventures bahnte sich der User (gegenüber der späteren Kinofizierung) noch mit einzutippenden Kurzbefehlen "den Weg durch schriftlich repräsentierte Welten"³⁸⁵ - nah an den Steuerkommandos im IBM-Betriebssystem DOS selbst. Das Programmieren von (und in) Algorithmen praktiziert längst die Alternative zum narrativen Modell - eine Schreibkultur der Sprünge, der Zustände. Wim Wenders' Befürchtung wird damit wahr, dass sich hinter der Fassade kinematographischer *stories* allerorts nur noch Formeln verbergen, keine Geschichten³⁸⁶ - die zur geisterhaften Form geronnene Hülse einer längst verschwundenen Syntax. Dennoch meint Manovich: „Narratives and games are similar in that the user, while proceeding through them, must uncover the underlying logic - the algorithm"³⁸⁷ und kreiert dafür den Begriff des *hyper-narrative*.

(Stroemfeld) 1997, 33-68. Siehe ferner Claus Pias, "Es mag wohl labor intus sein". Adventures Erzählen Graphen, in: TV-Trash. The TV-Show I love to Hate, hg. v. Ulrike Bergermann / Hartmut Winkler, Marburg (Schüren) 2000, 85-106

³⁸¹ Typoskript Pias, a.a.O., 10

³⁸² Hagenbüchle 1991: 94, Anm. 198

³⁸³ Typoskript Pias, a.a.O., 11, unter Bezug auf Erich Auerbach, *Mimesis*, xxx

³⁸⁴ Hayden White, Auch Klio dichtet oder Die Fiktion des Faktischen. Studien zur Topologie des historischen Diskurses, Stuttgart (Klett) 1991, 75. Dazu Pias 2002: 172

³⁸⁵ Julika Griem, Speichern und Zerstören, zum Beitrag von Ulrich Schreitmüller (Tübingen) auf einer Tagung über Archäologie und Topologie literarischer Hypertexte, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung v. 6. Dezember 2000, Nr. 284, N 6

³⁸⁶ In dem Essay-Film von Samira Gloor-Fadel, Berlin-Cinema (F 1994)

³⁸⁷ Manovich 1999: 85

Computerprogrammierung hat es mit Sequenzen zu tun - schon in dem Moment, wenn skizzierte Ablauf-Diagramme von vornherein so schematisiert wurden, daß sie auf Lochkarten unmittelbar kodiert werden konnten, also zugleich schon geschriebenes Programm waren. Dieses *visual programming* folgt einer quasi kinematographischen Ästhetik: "Das Diagramm soll nur die logisch erforderlichen Schritte in der richtigen Reihenfolge enthalten."³⁸⁸ Doch verdient dies bereits den Namen Erzählung? "Und einmal mehr taucht die Rätselfrage auf, in welchem Verhältnis bei Medien Programm und Narrativität stehen."³⁸⁹

In der performativen Logik von Computerspielen wird das Ereignis zum Klick der Steuermaus komprimiert, die narrativ kontinuierliche Bewegung also *de facto* durch diskrete Operationen der Selektion (also Informatisierung) ersetzt. Das Spiel *Mouse in the Maze* bot die Möglichkeit, daß jeder Programmablauf andere Aktualisierungen erzeugt. In Anlehnung an Claude Shannons relaisbasiertes Labyrinthspiel erweist es sich zugleich als die spielerische Variante der Booleschen Schaltung als Grundlage aller Gatter in der Arithmetisch-Logischen Zentrale von Mikroprozessoren.³⁹⁰ Denn nicht jede Semantisierung von Bildschirmgeschehen ist schon eine Geschichte; vielmehr kann sie schlichte Aussagenlogik meinen, d. h. Ja/Nein-Wahrheitswerte. Die Interaktion beginnt also gerade dort, wo die *story* aussetzt. Die Basis aller Computerspielgeschichten ist, unhintergebar, die diskrete Rechenmaschine, und darin ist die Spannung zwischen Zählung und Erzählung unaufhebbar.

Erzählbarkeit des Computers?

Ausgangspunkt ist das modellbildende technomathematische Medium der Gegenwart, der digitale elektronische Computer. Zusammenfassend heißt es in den Metadaten zu *Turing's Cathedral*: "In a revealing account of John von Neumann's realization of Alan Turing's Universal Machine, George Dyson vividly illuminates the nature of digital computers, the lives of those who brought them into existence, and how code took over the world." Was aus medienarchäologischer Sicht als *momentum* fortdauernder technomathematischer Gegenwart beschrieben zu werden verdient, wird jedoch durch Einbettung in die biographischen und anekdotischen Ereignisse der technikhistorischen Erzählung erstickt. Was im Archiv vorliegt, sind beispielsweise die "Minutes of the Institute for

³⁸⁸ Zindler, Probleme der Programmierung, in: Allgemeines Statistisches Archiv 43 (1959), 371

³⁸⁹ Kittler 1987: 249

³⁹⁰ Siehe Claude Shannon, A Symbolical Algebra (1938), dt. in: ders., Ein / Aus. Ausgewählte Schriften zur Kommunikations- und Nachrichtentheorie, hg. v. Friedrich Kittler / Peter Berz / David Hauptmann / Axel Roch, Berlin (Brinkmann & Bose) 2000

Advanced Study Electronic Computer Project", das zum legendären ENIAC führte.³⁹¹ Zu Anfang von Kapitel 5 "MANIAC" aber heißt dies in narrativer Transformation: "On Monday, November 12, 1945, at 12:45 p.m., six people, led by John von Neumann, gathered in Vladimir Zworykin's office at RCA's research laboratories in Princeton, New Jersey. [...] This first meeting [...] established principles that would guide the destiny of computing of the next sixty years."³⁹² Die *principles* weisen auf das *archéologische* Momentum und verlangen nach archäographischer Darstellung; lösen wir also die Erzählung wieder auf in ihre diskreten Elemente, die als archivische Nachweise der Quellen durch Fußnoten hypertextuell am Ende des Buches kapitelweise aufgelistet sind. Diese Retabularisierung entkoppelt das Computerwissen von jenem Narrativ, das in Dysons Begriff der "destiny of computing" diskursmächtig ist. Beschrieben ist im Protokoll dieser Sitzung (das Protokoll steht selbst auf Seiten der Archäographie) der Kern dessen, was später von-Neumann-Architektur des Computers heißen wird: "The heart of the system is a central clock [...]", und "'Words'" - ihrerseits in Anführungsstriche gesetzt - "coding the orders are handled in the memory just like numbers"³⁹³. Dyson fährt fort, selbst kommentierend "[...] breaking the distinction between numbers that *mean* things and numbers that *do* things. Software was born. Numerical codes would be granted full control - including the power to modify themselves"³⁹⁴ und damit über triviale Automaten und klassische Rechenmaschinen hinausgehend. Die erzählende Rahmung aber mildert diese medienepistemologische Erschütterung, rückgreifend nächsten Abschnitt: "The age of electronics began in 1906 with Lee de Forest's invention of the vacuum tube [...]" (ebd.). Um die numerische Zeitverarbeitung als *arché* des elektronischen Digitalcomputers - mit seiner ihm eigenen Zeitweise zu koppeln, bedarf es eines Vorsprungs von einem Jahrhundert.

Das Jahr-2000-Problem fand nicht statt

Im Wintersemester 1999/2000 kam zum Kurzschluß zwischen dem Vorlesungsthema *Kritik und Krise der Narrativität in den Medien* und dem Zeitpunkt der Vorlesung selbst, als zu Sylvester das sogenannte *Jahr-2000-Problem*³⁹⁵ drohte: der Rücksprung der Datierung in Computern vom 31. Dezember 1999 auf das Datum des 1. Januar 1900. Im techno-

³⁹¹ Meeting #1, November 12, 1945, IAS (= Shelby White and Leon Levy Archives Center, Institute for Advanced Study, Princeton, N. J.

³⁹² George Dyson, *Turing's Cathedral. The Origins of the Digital Universe*, New York (Pantheon) 2012, 64

³⁹³ Protokoll, zitiert ebd.

³⁹⁴ Dyson 2012: 64

³⁹⁵ Technisch dazu der Artikel von Georges Brigham, *The Year 2000*, in: *Communications of the ACM*, Bd. 40, Heft 5 (Mai 1997), 113-115, und Robert A. Wagner, *Solving the Data Crisis*, ebd., 115-117; ferner das Diskussionsforum „The Date Crisis“, ebd., 26-30

logischen Sinne bildete dies ein Zeitreal, einen Abgrund, denn ein Jahrhundert drohte in der symbolischen Ordnung der Maschine verschluckt, also als Reales implementiert zu werden. Der *millenium bug* war nicht allein ein Problem der Programmierung von Computern, sondern auch eine Herausforderung an eine Kultur, die Zeitweisen privilegiert in Begriffen von Erzählungen denkt. Angesichts funktechnisch übermittelter, algorithmisch berechneter und vernetzter Kommunikationsmedien plädierte Friedrich Kittler dafür, "die abwesende Anwesenheit von Medientechnologien zu denken, ohne einem neuen Historismus zu huldigen". Die aktuelle Epoche läßt sich nur noch oberflächlich narrativ dramatisieren - vielmehr sind es "Werte der Booleschen Algebra und nur sie beschreiben, was mit digitalen Schaltungen der Fall ist."³⁹⁶

Der Sprung vom Jahr 1999 zum Jahr 2000 respektive der computative Rücksprung von 1999 zu 1900 war tatsächlich nicht mehr von philosophischen Reden über das Ende der Geschichte, sondern von integrierten Schaltkreisen hervorgerufen. Das digitale *Jahr-2000-Problem* als Computerzeitbombe erinnert in aller programmatischen und silizium-materiellen Radikalität daran, daß Zeitordnung nicht mehr eine Funktion von Geschichte, sondern von Speicherökonomie ist. Im Rahmen der Definition von Datentypen wird ihnen nicht nur ein Name (etwa *integer*) zugewiesen, sondern für sie auch Speicherplätze reserviert, deklariert. Speicher ist also nicht allein etwas Gegebenes, selbst kein *datum*, sondern eine Gabe.

Computer setzen eine andere Zeit-Rechnung. Ein Intel-Prozessor merkt sich Zeit, seit dem 1. Januar 1970 als Anzahl von Sekunden. Und ein Ausdruck wie " $i = i+1$ " ist für den Computer in der von-Neumann-Architektur kein Paradox, weil er Formeln sequentiell liest.

Die Ursache des *millenium bug* lag in der Ökonomie des Speicherns, in seiner Knappheit als Ressource zu Beginn des Computerzeitalters, wie sie bis auf die 80 Reihen der klassischen Lochkarte in der maschinellen Datenverarbeitung zurückgeht und dazu verführte, in Jahresdaten die Jahrhundertziffern datenökonomisch fortzulassen, weil sie in der Jahrhundertmitte nahezu selbstverständlich war.

Jean Baudrillard verkündete emphatisch *Das Jahr 2000 findet nicht statt*.³⁹⁷ In seiner gleichnamigen Schrift analysiert er zunächst die aktuelle „Obsession, alles zu historisieren, zu archivieren“ und jedes *datum*, also das Überkommene aus unserer Vergangenheit und der fremden Kulturen aufzuheben.³⁹⁸ Gesellschaften in Zeiten des

³⁹⁶ Friedrich Kittler, Anmerkungen zum Volksempfang, in: Grundmann / Leitbauer (Hg.), xxx, 1991, o. S.

³⁹⁷ In der gleichnamigen Publikation der Merve-Verlags, Berlin 1990

³⁹⁸ Baudrillard 1990: 23 f.

speichertechnischen Historismus "[...] verschanzen sich hinter ihren Zukunftstechnologien, ihren gespeicherten Informationen und immensen Kommunikationsnetzen, in denen *die Zeit schließlich in reiner Zirkulation aufgeht*."³⁹⁹ Medienwissenschaft deutet diese Krise nicht auf der Ebene ihrer Symptome, sondern ihrer Bedingungen als Funktionen hochtechnischer Chronopoetiken. Hard- und Software induzieren neue Zeitverhältnisse als Infrastruktur von Kommunikation ebenso wie als Bezug von Menschen zur Zeit; umgekehrt sind sie selbst technologischer Ausdruck eines wissenwollenden Gespürs für andere Tempor(e)alitäten - die "denknotwendigen Folgen"⁴⁰⁰ solcher Zeit-Diagramme.

Kurz vor dem Jahreswechsel 1999/2000 drohte das 20. Jahrhundert nicht nur zu Ende, sondern auch verschwunden sein - zumindest in der Logik des digitalen Gedächtnisses, als die ersten beiden Ziffern der Jahreszahlen am Ende des 20. Jahrhunderts 19 auf 20 sprangen. Nach all den zahlreichen apokalyptischen Endzeitvisionen vormaliger Epochen, etwa die Milleniumsphobie des Jahres 1000 mitteleuropäischer Zeitrechnung, trat erstmals ein tatsächliches Ereignis ein - und das auch für all jene Kulturen, die sich nicht der christlich-abendländischen Kalenderrechnung verschrieben hatten. Erstmals fand Geschichte nicht nur auf der kultursymbolischen, sondern auch auf der physikalisch realen elektronischen Ebene statt. Zahlreiche Computer der Welt kurz vor der Jahrtausendwende waren derart so programmiert, daß für sie der Schritt ins neue Jahrhundert ein Sprung zurück in eine Zeit bedeutete, "in der selbst die kühnsten Träumer noch nicht an elektronische Rechenmaschinen dachten. Es wird Versicherungsunternehmen, Banken, Rentenbehörden, Industriebetriebe und Handelshäuser [...] Milliarden DM kosten, ihre Computer davon zu überzeugen, daß am 1. Januar 2000 tatsächlich ein neues Zeitalter beginnt und daß dieser Tag nicht der 1. Januar 1900 ist. Die Ursache für die Zweideutigkeit künftiger Jahreszahlen ist tief in jenen Computerprogrammen verborgen, ohne die heute in Wirtschaft, Verwaltung und Handel nichts mehr funktionierte."⁴⁰¹

Hier werden Szenarien des Inventarisierens und Rekonstruierens aufgerufen. Damit setzt eine Form der Analyse ein, welche Medienwirken nicht auf ihre Geschichte reduziert, sondern sie kalkuliert, mithin in ihren jeweiligen Zustände als Aggregate beschreibt. In binärer Form als numerischer *string* 11111010000 hingeschrieben, verliert das Jahr 2000 die Assoziation seines apokalyptischen Narrativs. Was sich hier in der formalen, algorithmischen Sprache operativer Technologien artikuliert, ist ein besonderes Konstrukt symboltechnisch organisierter Temporalität: das Zeitreal.

³⁹⁹ Baudrillard 1990: 24

⁴⁰⁰ Heinrich Hertz, Die Prinzipien der Mechanik in neuem Zusammenhange dargestellt, Leipzig 1894, 1

⁴⁰¹ <Paraphe> hra, Der Übergang zum Jahr 2000 wird ein teures Ereignis, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung v. 10. Oktober 1996

Im Diesseits der digitalen Speicher nistet die Gedächtnisökonomie des 20. Jahrhunderts. Die Kernstücke der meisten Programme für Datenbanken, etwa für Zins- und Rentenberechnungen (also Gedächtnis dort, wo es Kapital wird, wo die Ökonomie von Datenbanken an Ökonomie selbst gekoppelt sind), stammten noch aus der *Frühzeit* des Computers, wo Speicherplatz wertvoller war als Immobilien. Damals wurden Programmbefehle noch auf Lochkarten in einer Sprache geschrieben, „deren Namen Studenten der Informatik heute nur noch aus Geschichtsbüchern kennen“, nämlich in Cobol <hra, ebd.>. Um Speicherplatz zu sparen, verzichteten die Programmierer damals darauf, Kalenderjahre vollständig auszusprechen, um vielmehr lediglich die beiden Endziffern zu bezeichnen. Der Computer konnte demnach nur bis zum Jahr <19>99 rechnen, um dann auf <19>00 zurückzuspringen. Das Problem der zweistelligen Datumsfelder betraf alle Formen der Datenverarbeitung, Betriebssysteme, Netzwerke, Inventarhaltung und Steuerungsprozesse - den Nuklearbereich eingeschlossen. Insofern diese Daten auch den Chips selbst eingelötet sind, wird aus der Soft- eine Hardwarefrage. *Cobol*-Programme im Umfang von mehr als sieben Milliarden Programmzeilen waren im Einsatz und im Korrekturgang zu durchforsten - auch das Medienarchäologie als Subjekt, nicht schlicht Objekt der Forschung. Diese Zeilen einzeln auf jeden Datumseintrag durchzusehen und zu korrigieren kostete ebensoviele Milliarden. Nicht Gedächtnis, sondern radikaler Abbruch, eine medienarchäologische Bruchstelle stand hier zur Debatte.

Speicherplatz ist heute, im Unterschied zu den ersten Computern vor fünfzig Jahren, im nichtmilitärischen Bereich kein wesentliches Problem mehr. Gemäß Moore's Law, demzufolge exponentiell Seicherkapazität und Prozessormächtigkeit sich alle 18 Monate nahezu verdoppeln, wurde aus einem Defizit ein Überschuß - eine andere Zeitreihe, asymmetrisch zur Chronologie der Historie. Kein Milleniumsdatum markiert hier die Apokalypse, sondern die schiere Grenze physikalischer Miniaturisierung der Speichermaterie. Der Ausweg wird ein quantenmechanischer sein - die Überlagerung des bislang Ungleichzeitigen.

Für eine andere, potentiell ultimative Apokalypse stand im 20. Jahrhundert der atomare Erstschat. Doch gerade das Auslösen einer mit Atomsprengköpfen ausgestatteten Rakete ist ihrerseits eine Funktion digitaler Zeitrechnung und der damit verbundenen Kodierungen. Impulse einer Kettenreaktion zählen hier, als Anfang all dessen, was dann am Ende eine apokalyptische Erzählung gewesen sein wird (falls es nach der Katastrophe noch Agenten einer Erzählung gibt). Das sich hier entwickelnde Drama ist unerzählbar, denn anstelle von Erzählung zählen hier Ziffernfolgen. "Zwei Offiziere holen die Startschlüssel aus dem Safe, stecken sie ins Steuerpult und müssen die Auslöser innerhalb von 20 Sekunden synchron betätigen. Erst dann startet die Rakete."⁴⁰² Einmal

⁴⁰² Irina Schedrowa, Raketenstart um Mitternacht, in: Der Spiegel 44/1999, 248f

auf ihren Trajekt entlassen, läßt sich diese Raketenbahn dann unmetaphorisch plausibler als Parabel (wie in Thomas Pynchons Roman *Gravity's Rainbow*) beschreiben denn in Form einer Erzählung mit Anfang, Mitte, Ende. Graphische und mathematische Figuren (Kurvendiagramme, Reizreaktionsschemata, Elektroimpulse, Frequenzen, Algorithmen) treten an die Stelle von *stories*, allen apokalyptischen Hollywood-Filmproduktionen zum Trotz.

Das *Jahr-2000-Problem* eröffnete eine Chance: fortan mit diskreten Sprüngen zu rechnen, mit archivischen Zuständen anstelle linearer Folgen, die als Fortschritt diskursiviert werden. Im Stadtarchiv von Apolda (Thüringen) finden sich *Akten des Gemeindevorstandes*, deren Umschlag der Vordruck „Begonnen im Jahre 191<Leerstelle>. / Geschlossen „19<zwei Leerstellen>.“ aufgeprägt ist. Im Fall der Apoldaer Akten über Schriftverkehr mit dem Germanischen Nationalmuseum zu Nürnberg ist die „191“ durchgestrichen zugunsten von „1859“; Schlußdatum ist 1928. Die symbolische Zeitordnung des Archivs ist also zu anachronistischen Rückdatierungen fähig, während die historiographische Erzählung am physikalischen Zeitpfeil, begründet im Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik, hängt.

Grundlage schriftlich verfaßter Historien sind diskrete Symbolmengen (im Sinne von Leibniz' *Apokatastatis*-Fragment), als Speicherzustände: das Textarchiv, als (Programm-)Bibliothek, als technikumuseales Depot. Doch werden diese diskreten Mengen gelesen, als ob Vergangenheit sich kontinuierlich entwickelte, nach einem analogen, einem stetigen und nicht digitalen Modell. Gerade die infinitesimalen Zwischenwerte von Übergängen aber („Welt“ im Sinne von Leibniz und Heidegger, Information als „Feinheit des Wertevorrats im Analogbereich“⁴⁰³) entgehen der binär kodierte Datenlage. Anstatt dies durch Erzählung zu verblenden, können diese diskreten Zuständen direkt konfrontiert werden; damit buchstäblich zu rechnen, heißt: nicht erzählen, sondern zählen, Signale und Daten transitiv schreiben - zugunsten einer quantisierenden Informationsästhetik.

Die Epoche des Digitalen ist die Zeit der Anachronismen. Das praktizieren - analog zu On Kawaras *Date paintings* - auch die künstlerischen Aufschreibesysteme Hanne Darbovens, etwa das Schriftgemälde *Bismarckzeit* (1978), worin sich die historische Epoche in symbolische Datierungen auflöst. Keine Historiographie mehr, sondern transitive Zeit-Schrift: "Die Schrift, der Text dienen nicht mehr als Instrumente der Erkenntnisgewinnung, sondern als reine Visualisierungen von Zeitrechnungen. [...] 'Ich schreibe, aber beschreibe nichts.' [...] Sie bringt durch mathematische Prozeduren Daten in eine Form, die die

(248)

⁴⁰³ Werner Richter, Grundlagen der elektrischen Meßtechnik, 2. bearb. Aufl. Berlin (VEB Verlag Technik) 1988, 40

Herkunft, den ursprünglichen Kontext der Fakten bewußt ausblendet."⁴⁰⁴

Die medienkulturelle Konsequenz lautet dementsprechend: „Mit dem Verlust von Geschichte und verbindlichem Kanon als Selektionskriterium auf der einen Seite und mit der technischen Machtbarkeit auf der anderen geht der Trend heute dahin, einfach alles zu speichern.“⁴⁰⁵ Das Ende der Geschichten *ist* die Zukunft der dynamischen Speicher; damit verbunden als wahrhaft post-historische Chance, nicht mehr in Stetigkeiten und Linearitäten, sondern in diskreten Zuständen, mithin: archivisch zu denken. Insofern barg damit auch der *millenium-bug*, wie alle Katastrophen, einen Anlaß, die nicht-historischen Zeitweisen weltlichen Daseins zu fassen. Das heißt nicht einfach, daß wir in der Epoche der Turing-Zeit leben, sondern: die Turing-Zeit leben, d. h.: in diskreten Zuständen. Nahe an Turings Entwurf eines Mechanismus zur symbolischen Lösung endlicher Aufgaben definiert Charles Babbages Zeitgenosse Johannes Fallati 1843 diskrete Zustandsanalyse als *Chronicognostik*: "[...] das Wissen vom Zeitlichen an irgend welcher Erscheinung, oder von irgend welcher Erscheinung in Beziehung auf deren Zeitlichkeit. Gebräuchlichere Worte, wie Chronik, Chronologie, Chronographie, chonistisch und ähnliche könnten irre leiten. Der allgemeinere, dem statistischen Wissen strenger entsprechende Begriff ist zwar der von *Fluxions-Wissen*, aber die Abstraction <sic> von der Zeit würde ein weiteres Ausholen erfordern [...]."⁴⁰⁶

In der Schaltsekunde von 1999 zum Jahr 2000 drohte ein ganzes Jahrhundert in der Zeitordnung der symbolischen Maschine Computer verschluckt, also: zum *Zeitreal* zu werden. Anderthalb Jahrhunderte zuvor hatte diskrete Nachrichtentechnik schon einmal zu einem technotemporalen Schock geführt; 1848 heißt es in London unter dem Titel "Less Than No Time" zur Untertunnelung des Zeitflusses durch die Nachrichtenübermittlung: "By the electric telegraph on the Great Western Railway has been accomplished the apparent paradox of sending a message in 1845, and receiving it in 1844!"⁴⁰⁷ Buchstäblich kurz nach Mitternacht zwischen Sylvester und Neujahr sandte ein Beamter in der Bahnstation Paddinton seinem Kollegen in Slough ein gutes neues Jahr. "An answer was instantly returned, suggesting that the wish was premature, as the year had not yet arrived at Slough! The fact is - the difference of longitude makes the point of midnight at Slough a litter *after* that at Paddington; so that a given instant, which was after midnight at one station, was before midnight / at the other. Or, the

⁴⁰⁴ K.-U. H., Artikel "Hanne Darboven", im Katalog: Deep Storage, xxx, 114

⁴⁰⁵ Volker Grassmuck, Das lebende Museum im Netz, in: Sigrid Schade / Christoph Tholen (Hg.), Konfigurationen. Zwischen Kunst und Medien, München (Fink) 1999, 231-251 (236)

⁴⁰⁶ Johannes Fallati, Einleitung in die Wissenschaft der Statistik, Tübingen (Laupp) 1843, § 1, 1 (Anm. 1)

⁴⁰⁷ Anonymer Beitrag in: C. M. Archer (Hg.), The London Anecdotes, London (Bogue) 1848, 55 f.; *online* <http://books.google.com/books?id=AU5UaumQjvIC>

wonder may be more readily understood, when it is recollected that the motion of electricity is far more rapid than the diurnal motion of the earth." Der Autor bezieht sich auf einen anonymen Brief aus Indiana in den USA und zitiert: "[t]he magnetic telegraph, passes through our country from the eastern cities, communicating intelligence almost instantaneously [...] on one unbroken chain of wires." Und wo die Längengrade sich verschieben in buchstäblichen Minuten, "the news is that much ahead of the time"⁴⁰⁸. Telegraphie setzt sich über Ortszeiten hinweg, die erst aufwändig synchronisiert werden müssen, als der Fahrplan respektive die Verschaltung diverser Eisenbahnlinien zum Netz die zeitliche Gleichschaltung erfordert.

Unter verkehrten Vorzeichen hatten endzeitliche Phantasien in einer anderen Neujahrssekunde, nämlich von 1999 zu 2000, Konjunktur. Daran erinnerte Linda Hilfling Ritasdatter mit ihrer Installation *Bugs in the War Room* (April / Mai 2016) im Ausstellungsraum Overgaden, Kopenhagen, als veritables algorithmisches Medien-Theater. Der Kurzschluß 2000/1900 ist ein Zeit-Bild. In der Zeitschrift *Software Studies* beschreibt Ritasdatter (November 2015) unter dem Titel "Bugs in the War Room: economies and/of execution" den Vorlauf dazu. Im Herbst 2014 führte sie im südindischen Chennai Gespräche mit jenen Programmierern, die dort am 31. Dezember 1999 in einem als "war room" bezeichneten Raum den Jahrtausendwechsel beobachteten, ob in dieser Schaltsekunde die von *ubiquitous computing* durchwirkte Welt zusammenbrechen würde.

Ritasdatter widmet sich diesem Phänomen nicht kulturwissenschaftlich und diskursanalytisch, sondern "through a close reading of the Y2K Bug"⁴⁰⁹ - also in medienarchäologischer Lektüre des Quellcodes, womit nicht nur die menschlichen, sondern auch die nicht-menschlichen Agenten dieses damaligen Dramas die Szene betreten. Sie lernte die damals betroffene Programmiersprache COBOL, die in der indischen Informationstechnologie teilweise gleich einem Dinosaurier noch überlebt, also durchaus nicht obsolet, sondern *untot* ist - und damit wiederbelebbar, wie in ihrer Ausstellung "where she presents 666 new letters generated by a computer code that resuscitates the numerological system."⁴¹⁰

Als 1999 der *millennium bug* mit dem Kollaps computerbasierter Technologien weltweit drohte, veröffentlichte die US-amerikanische

⁴⁰⁸ Time and the Electric Telegraph, in: *The Mechanic's Magazine* 42 (1845), 416, zitiert in Archer (Hg.) 1848

⁴⁰⁹ "Exe0.1 Linda Hilfling", in: <http://softwarestudies.projects.cavi.au.dk>; Zugriff: 6. Juni 2016. Siehe auch Linda Hilfling Ritasdatter, *Bugs in the War Room. Economies and / of Execution*, in: *DATA browser 06: Executing Practices*, ed. by Helen Pritchard / Eric Snodgrass / Magda Tyzlik-Carver, New York, NY (Automedia) 2017, 125 ff.

⁴¹⁰ Pressemitteilung K3 School of Arts, <http://blogg.mah.se/k3/2016/03/31/bugs-in-the-war-room>

Zeitschrift *End Time* ein numerisches System zum Nachweis, daß das Wort "Computer" selbst in die Zahl 666 überführt werden kann - die Adresse des Antichrist. Dieses Szenario machte Ritasdatters Ausstellung als technophobe Prophezeiung zum Thema: "She taught herself the extinct programming code COBOL in India, which despite being considered obsolete in the West still comprises a core element in the IT systems of banks and insurance companies. Using COBOL, the artist then coded a programme that continuously searches the internet for examples of 'the Devil's work', the results of which are published during the exhibition as the first volume of an infinite encyclopaedia on the end of the world."⁴¹¹

Während die Erzählung eine Trajektorie beschreibt, die Ereignisfolgen zum Sinnhorizont schließt, äußert sich das Reale in Einbrüchen und Unterbrechungen vom Typus des *Y2K-bug*: "[T]echnology only appears to us in breaking down, when it goes from 'readiness-to-hand', being at our disposal (Heidegger 1962: 98) to announcing itself (Ibid: 52)"⁴¹² - worauf die *object-oriented ontology* derzeit ihre Aufmerksamkeit richtet: die *Eigenzeit* der technischen Welt.

Der Rücksprung auf 1900 erinnert an die *arché* technischer Zeitachsenmanipulation selbst: die Kinematographie. Die Umkehrbarkeit von Leben und Tod im Speichermedium Film markiert zugleich seine Differenz zur Wirklichkeit. In der physikalischen Welt ist Entropie ein Maß für die Zufälligkeit oder „Vermischtheit“ einer Situation, "und die Tendenz der physikalischen Systeme, weniger und weniger organisiert, immer perfekter 'vermischt' zu werden, ist so grundsätzlich, daß Eddington behauptet, daß in erster Linie diese Tendenz der Zeit ihre Richtung gibt - also entscheidet, ob eine Filmaufnahme der Welt vorwärts oder rückwärts läuft."⁴¹³

⁴¹¹ Overgaden Press Release, March 2016 (www.overgaden.org, Abruf: 6. Juni 2016)

⁴¹² "Exe0.1 Linda Hilfling" 2016, unter Bezug auf: Martin Heidegger, *Being and Time*, Oxford (Blackwell) 1962 / 2001

⁴¹³ Warren Weaver, Ein aktueller Beitrag zur mathematischen Theorie der Kommunikation, in: Claude E. Shannon / ders., *Mathematische Grundlagen der Informationstheorie* [*The mathematical theory of communication, 1949], 11-40 (22)

Tatsächlich aber ist das Jahr-2000-Problem - zumindest in Computerwelten - so gut wie gar nicht eskaliert; die Geschichte war nicht beendet. *Die* Geschichte? Nein; vielmehr hat sie einen Sprung im kalendarischen, wie auch im informatischen Sinne erhalten, eine radikale Erinnerung daran, daß Zeit selbst - seit ihrer Mechanisierung durch Uhrwerke - nicht narrativ, sondern diskret, in Sprüngen gefaßt wird, computertechnisch gesprochen: im Takt der rechentechnisch gewordenen Uhr, dem *clocking*. An die Stelle von historischer, erzählter Zeit tritt Archivzeit: "Warum nicht einfach eine Zeitinsel in der Zeit herstellen? Also einfach die Zeit auf 1900 zurückstellen, während die kalendarische Zeit weiterläuft? Weil jede Computerzeit auch Archivzeit ist. Digitale Archive werden von automatisierten Verfahren zur 'Sicherung von System-Dateien' generiert. Das Archiv als Back-up-Struktur. Automatische Archive aber machen aus der geschichtlichen Zeit eine hierarchische, genealogische."⁴¹⁴

Das programmiertechnische Jahr-2000-Problem wird also besser im funktionalen Sinn begriffen; Zeiterfahrung soll fortan nicht mehr zwangsläufig über das Medium Erzählung gefiltert werden, sondern bezogen zur universellen diskreten Maschine in sprunghaften Zuständen, mithin Archiv-Zuständen, die jeweils radikal präsent sind.

Mit Zuständen zu rechnen heißt das Archiv transitiv zu schreiben, nicht intransitiv darüber Geschichte zu türmen. An die Stelle der Erzählung tritt die Zählung, die Rezitation nicht im narrativen, sondern diskreten Sinn. Denn jedes Zitat heißt Eintauchen in das Archiv der Wissensräume; es wird also permanent ein archivischer Raum aktiviert, eine kybernetische Figur der Rückkopplung einer Gegenwart an die Gegebenheiten (also Daten) ihrer Speicher - vom analogen Zeitbild zum diagrammatischen Archivbild.

Die Devise Gottfried Benns („Rechne mit deinen Beständen“) hatte bereits Arnold Gehlen in ein Argument für den Ersatz der Ideengeschichte durch den nach-geschichtlichen Zustand umgemünzt, „wo das Erzählen wieder ins Aufzählen übergeht, *story* zu *storage* wird“⁴¹⁵ - das Reich der technischen Speicher. Und das heißt: „Topologie und nicht Geschichte“.⁴¹⁶ Gilles Deleuze war mit Band 2 seines Kino-Werks⁴¹⁷ auf der Spur einer Dramaturgie, also: Zeit-Ordnung von Handlung, die auf solch veränderte Zeitverhältnisse reagierte.

⁴¹⁴ Peter Berz, Eine Jahr-2000-Störung. Impulsreferat auf der Veranstaltung zur Relektüre von Jean Baudrillards Text und Diktum *Das Jahr 2000 findet nicht statt* in der Berliner Galerie Aroma, 21. Dezember 1999

⁴¹⁵ Hartmut Böhme / Peter Matussek / Lothar Müller, Orientierung Kulturwissenschaft. Was sie kann, was sie will, Reinbek b. Hamburg (Rowohlt) 2000, 148

⁴¹⁶ Eine der zentralen Thesen von Gilles Deleuze, in: Claire Parinet / Gilles Deleuze, Dialoge, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1980, 30

⁴¹⁷ Gilles Deleuze, Das Zeitbild, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1999

Narrative Temporalität entfaltet sich im Diagramm zwischen physikalischer Zeit und alphabetischer Notation. Dieser typographische Raum ist nicht notwendig geschichtsförmig, sondern eine Geometrisierung der Zeit.⁴¹⁸ Das Gespräch zum Film, das Gilles Deleuze mit Claire Parnet zwischen Herbst 1988 und Frühjahr 1989 führte, wurde posthum als siebeneinhalbstündiges *Abécédaire* 1997 in Form von drei Videokassetten veröffentlicht; ausdrücklich sperrt sich "die Logik alphabetischer Stichwörter und eine starre Kadrierung gegen die Vereinnahmung durch das bewegte Bild"⁴¹⁹. *Visual analytics* als algorithmisch induziertes Verfahren der Digital Humanities überführt die filmische Erzählung ihrerseits in einen topologischen Raum.⁴²⁰

Nach dem Ende der Erzählung bleibt von der Geschichte nur noch die Ordnung ihrer Speicher. Speicher fungieren fortan dynamisch als Bedingung und Anlaß für technologische Übertragung: "Ab sofort [...] haben wir in unserer Gesellschaft mit Medien und Informatik, mit Schaltkreisen und Netzen bereits den Teilchen-Beschleuniger, der die referentielle Umlaufbahn der Dinge endgültig durchbrochen hat."⁴²¹ Und das heißt: keine Teleologie mehr, die klassische Bedingung für den Diskurs der Historie als sinnstiftender Erzählung. Den hypertextuellen Lektüren und Verknüpfungen entspricht im Zeitbereich die nonlineare *hypertime*.

Entropie und Ergodik (*The Speaking Clock*)

Espen Aarseth identifiziert anhand von Hypertext-Novellen und Computerspielen die Ästhetik einer *ergodischen* Kunst, wo die durchspielbaren Ereignisse einer prädestinierten algorithmischen Vorschrift nicht mehr einer sequentiellen Erzählung, sondern einer offenen Struktur folgen und damit dynamisch sind. Der Begriff Ergodik meint hier ein Werk (*ergon*), das buchstäblich erst auf dem Weg (*hodos*) entsteht: "a type of discourse whose signs emerge as a path produced by a non-trivial element of work"⁴²². Ergodische Phänomene entstehen in

⁴¹⁸ Siehe 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

⁴¹⁹ Verlagstext zu: Martin Stingelin, Das Netzwerk von Gilles Deleuze. Immanenz im Internet und auf Video, Berlin (Merve) 2000

⁴²⁰ Siehe James E. Cutting / Kaitlin L. Brunick, Mapping narrative space in Hollywood film, in: Projections, Bd. 7 (2013), 641-691

⁴²¹ Baudrillard 1990: 9

⁴²² Espen Aarseth, Aporia of Epiphany in *Doom* and *The Speaking Clock*. The Temporality of Ergodic Art, in: Marie-Laure Ryan (Hg.), Cyberspace Textuality. Computer Technology and Literary Theory, Bloomington, Indianapolis (Indiana University Press) 1999, 31-41 (32)

kybernetischen, rückkopplungsbegabten Systemen, also „a machine (or a human) that operates as an information feedback loop, which will generate a different semiotic sequence each time it is engaged“⁴²³. Ergodik ist ein wohldefinierter Fachterminus in Physik und Mathematik⁴²⁴; das Zeitmittel korreliert demnach mit der Wahrscheinlichkeit des Eintritts von Ereignissen. Erst die techno-mathematische Ergodenhypothese macht eine Interpretation der Ereignisfolgen spezifischer Computerspiele zu einer medientheoretischen. Der statistischen Mechanik zufolge überdeckt die Trajektorie eines thermodynamischen System, wie es sich etwa in der die Brownschen Molekularbewegung manifestiert, im Laufe der Zeit das gesamte Phasenvolumen. Während Erzählungen eine Strategie zur Reduktion von Komplexität in Wegführungen ist, heißt die mathematische Alternative dazu, offensiv mit Unwahrscheinlichkeiten zu rechnen, mit temporalen "Irrfahrten"⁴²⁵. Das ergodische Element (in Aarseths Lesart) ist hier die Handlung, denn "the event space is not fixed before the time of play"⁴²⁶.

Im Unterschied zur physikalischen Entropie gibt die Größe H in diskreten Symbolsystemen wie Sprache und Text in geradezu telegraphischer Eleganz an, wie viele Nachrichteneinheiten (*bits*) bei günstigster Kodierung für die Generierung oder Übertragung eines Textes je Symbol aus dem Archiv respektive Alphabet pro Zeiteinheit erforderlich ist.⁴²⁷ Je nach Sprache unterscheidet sich die Übergangswahrscheinlichkeit des Vorkommens von Buchstaben und Worten; dies zu bestimmen hat die Mathematik Markovketten nullter bis n -ter Ordnung entwickelt. *The Speaking Clock* ist die Markovkettenentwicklung (uhr-)zeitbasierter e-Poesie: eine bestimmte Zeitziffer wird einem bestimmten Buchstaben im gegebenen Wortarchiv zugewiesen, um aus dieser Korrelation schrittweise poetische Textzeilen zu generieren. Solch diskrete Operationen bilden einen Sonderfall stochastischer Prozesse: "There exists a finite number of possible 'states' of a system" - hier idealerweise die Minuten der Uhrzeit. "In addition there is a set of transition probabilities [...]. To make this Markoff process into an information source we need only assume that a letter is produced for each transition from

⁴²³ Aarseth 1999: 32 f.

⁴²⁴ Siehe vor allem Norbert Wiener, *Time, Communication, and the Nervous Systems*, in: *Annals of the New York Academy of Sciences* 50 (1948), 197-220; dt. in: Norbert Wiener, *Futurum Exactum. Ausgewählte Schriften zur Kybernetik und Kommunikationstheorie*, hg. v. Bernhard Dotzler, Wien / New York (Springer) 2002, 151-181. Aus kulturwissenschaftlicher Sicht: Serjoscha Wiemer, *Strategie in Echtzeit. Ergodik zwischen Kriegsspiel und Wirtschaftssimulation*, in: Rolf F. Nohr / ders. (Hg.), *Strategie spielen. Medialität, Geschichte und Politik des Strategiespiels*, Berlin (Lit Verlag) 2008, 213-248

⁴²⁵ Dazu Kapitel 7 in: Martin Gardner, *Mathematischer Zirkus*, Berlin / Frankfurt a. M. / Wien (Ullstein) 1990, 87-96

⁴²⁶ Aarseth 1999: 35

⁴²⁷ Karl Küpfmüller, *Die Entropie der deutschen Sprache*, in: *Fernmeldetechnische Zeitschrift* Jg. 7, Heft 6 (Juni 1954), 265 f.

one state to another. The states will correspond to the 'residue of influence' from preceding letters."⁴²⁸ Somit ist das, was einmal Geschichte(n) war(en), auf die unmittelbare Jetztvergangenheit verdichtet - die *temporary condition* einer verzögerten Gegenwart.

Unter solchen Markovprozessen sind die ergodischen von besonderer Relevanz für die Nachrichtentheorie. "In an ergodic process every sequence produced by the process is the same in statistical properties" (Shannon ebd.).

Geradezu *negentropisch* gewähren Computerspiele auf Basis von Emulatoren die Option der Aufzeichnung, sich nach Ende noch einmal kinoartig den Verlauf anzuschauen. Doch erst im Rückblick (als Einblick in den Speicher) wird damit erzählbar, was sich zur Laufzeit ergodisch ergeben hat - der ganze Unterschied zu Computer-"Demos", deren temporaler Imperativ zur Demonstration ihrer Leistungsfähigkeit strikt gleichursprüngliche Re-Generation des Ereignisses in Echtzeit heißt. Erst im *re-play* eines Spielverlaufs wird dieser im Doppelsinn des Begriffs zum *historischen*: "Once realized, the ergodically produced sequence may be regarded and narratively reproduced as a story, but not one told for the player's benefit at the time of playing. [...] The production and reproduction of such a sequence are two very different things, just like the difference between the video-record of an event and the event itself."⁴²⁹

John Cayley hat unter dem Titel *The Speaking Clock* (deren Name medienarchäologisch auf stimmhaft zeitverkündende Uhren zurückgeht) eine Poesiemaschine verfaßt; sie nutzt die Tages- oder Monatszeit auf (und aus) einer Computeruhr um die beweglichen Worte auf dem Bildschirm zu konfigurieren. Cayleys System generiert eine Korrelation zwischen den Nummern 1 bis 10 und den statistisch häufigsten Buchstaben seines 365-Wort- Textes; diese interpunktionslose Menge ist dann ihrerseits noch einmal in die Viertel der Jahreszeiten geteilt. Die meisten dieser Zeit-Abschnitte (etymologisch das operative Wesen von Zeit selbst) benennen ihrerseits ganz unmittelbar die Zeit oder die Uhren; in einem (turingmaschinellen) Zustand (Abschnitt I) etwa heißt es: "each shaped breath tells real time is concealed / beneath the cyclical behaviour of clock and time [...]"⁴³⁰ Stellt dies *noles volens* eine Emulation des Uhrwerks mit Hemmung selbst dar (Shannons

⁴²⁸ Claude Shannon, *The Mathematical Theory of Communication*, in: ders. / Warren Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*, Urbana, Ill. (University of Illinois Press) 1963, 29-125 (45)

⁴²⁹ Aarseth ebd.

⁴³⁰ Zitiert hier nach: C. T. Funkhouser, *Prehistoric Digital Poetry. An Archaeology of Forms, 1959-1995*, Tuscaloosa (Univ. of Alabama Press) 2007, 185. Für ein aktuelles *re-enactment* der an inzwischen obsolete Betriebssysteme gebundenen Software von *The Speaking Clock* siehe Johannes Maibaums Videodokumentation <https://youtu.be/ZHyNi32CyQA>

schaltalgebraische *hindrance*)? Eine Direktive Alan Turings für den Betrieb digitaler Computer wird hier zur Aussage: "Treat time as discrete."⁴³¹

Lewis Mumford hat das Maschinenwesen der Moderne in der getakteten Uhr verortet (*Technics and Civilization*); Marshall McLuhan verlegt diesen epistemischen Grund noch tiefer als Effekt der Diskretisierung gesprochener Sprache durch ihre phonetische und sub-phonetische Diskretisierung in der vokalphabetischen Schrift.

Der von Paul Ricoeur diskursiv analysierte Zusammenhang von *Zeit und Erzählung* wird hier non-diskursiv konkret: *Zeit und Zählung*. Ein weiterer Zustand von *The Speaking Clock* etwa verkündet "IX would she / conscious / if she were denied / she constantly returns / of existence / in the cycle"⁴³².

"The program selects words from these texts that contain the letter that corresponds with the momentary time and date."⁴³³ Was hier verbal beschrieben wird - eine Email von Cayley an Funkhouser nennt den Prozeß "quasi-aleatory" -, läßt sich in der Informatik als Operation der Programmierung präzise definieren: als Sortieralgorithmus.

"Technically speaking" - also medienarchäologisch argumentiert - "the HyperCard stacks of words are set up in an order, which is then subverted by the programmer by making links from an index and by the collocational or randomizing device that algorithmically establishes the succession of words that appear based on their alphabetic structure."⁴³⁴

Diese "holographic transformation"⁴³⁵ ist zugleich eine Holochronie. "[I]t is unlikely that anyone will use the poem to tell the time."⁴³⁶ Wirklich?

Die diskrete Kinetik dieses operativen (und nicht performativ mündlich vorgetragenen) Gedichts läßt sich im Buchdruck nur verfehlen, als *quasi* chrono-typographische Momentaufnahme.⁴³⁷ Funkhouser akzentuiert "the persistent regenerative aspect" im analysierten elektronischen Gedicht. Der Bibliothekar und Philosoph Gottfried Wilhelm Leibniz hat dieses Buchstabenszenario als annalistische Fiktion in seinem Theorieexperiment *Apokatastasis panton* durchgespielt - die Wiederkehr identischer Konstellationen aufgezeichneter Weltgeschichte im ergodischen Durchspielen von Kombinationen der Elemente eines

⁴³¹ Alan Turing, *The State of the Art*, xxx

⁴³² Zitiert nach: Funkhouser 2007: 186

⁴³³ Funkhouser 2007: 186

⁴³⁴ Funkhouser 2007: 187

⁴³⁵ Funkhouser 2007: 187

⁴³⁶ Funkhouser 2007: 186

⁴³⁷ "Fig. 3.14. John Cayley. Screenshot from *The Speaking clock*", in: Funkhouser 2007: 187

endlichen Alphabets. "[T]he text, while sometimes asyntactic, is never nonsense [...]." ⁴³⁸

Wissenschaftlich eingeordnet wird Cayleys Poesiemaschine durch C. T. Funkhouser in seiner Monographie *Prehistoric Digital Poetry. An Archaeology of Forms*, den Zeitraum 1959 bis 1995 umfassend - eine Einladung zur Diskussion des Begriff des "Prähistorischen" im Kontext von Medienarchäologie. "Es ist befreiend, in der Begrenztheit des archäologischen Materials und der Unausleuchtbarkeit der prähistorischen Landschaft nicht das Defizit, sondern das Andere zu sehen. [...] Die Intentionslosigkeit dieser Landschaft (ihr Schweigen) läßt sich mit keiner Abgrenzung, auch nicht gegenüber den Geschichtsprozessen, vereinbaren." ⁴³⁹

Für medienarchäologische Artefakte im Technikmuseum gilt prinzipiell das museale Dasein prähistorischer Relikte; sie werden vom kulturellen Kontext, wie er als externer Text (Metadaten) auf den Museumsvitruinen mitgeteilt wird, nur durch die alphanumerische Verkettung mit der naheliegenden Etikette als Signifikantenvertäuung berührt. "Vielmehr holt die Gestalt des Bruchstücks und selbst des ergänzten Rekonstrukt den Kommentar je wieder zurück: in die Unfaßbarkeit ihrer Anwesenheit und die durch kein Verständnis erreichbare Konkretion" (ebd.). Für die Konkretion technischer Dinge wie die Elektronenröhre aber hat Gilbert Simondon mit seinem Theorem der Individuation und Hypertelie ein höchst konkretes Verständnis entwickelt. ⁴⁴⁰ Hier scheiden sich klassische Archäologie und Archäologie von Medienwissen.

Eine Anfrage an das Media Archaeological Lab von Lori Emerson an der Universität von Bolder, Colorado, suchte die Latenz des Quellcodes und des Betriebssystems von *The Speaking Clock* wieder an den Tag zu bringen. Tatsächlich existiert eine Emulation von *The Speaking Clock*: "[I]t's a compressed file for Mac to un-compress and read through a freely available emulator for Mac Classic such as SheepSaver. Our digital archivist here points to this tutorial: redundantrobot.com/sheepsaver-tutorial. Someone was able to get the "Speaking Clock" Hypercard stack working with SheepSaver OS 8: <http://elmcip.net/creative-work/speaking-clock>." ⁴⁴¹ Von daher ruft die algorithmische Dramaturgie von *The Speaking Clock* zwingend nach performativer Aufführung *im* und operativ *als* geuines Medientheater.

Ein Schnappschuß des Szenarios vom Bildschirm faßt immer nun einen

⁴³⁸ Funkhouser 2007: 187

⁴³⁹ Frank Böckelmann, Die Herkunft der Urahnen, in: Tumult 10 (1987), 11

⁴⁴⁰ Gilbert Simondon, Du Mode d'Existence des Objets Techniques, Paris (Aubier) 1958; Neuauflage 2005. Dt: Die Existenzweise technischer Objekte, Zürich (Diaphanes) 2012

⁴⁴¹ Elektronische Kommunikation Lori Emerson vom 2. November 2015, unter Verweis auf <http://programmatology.shadoof.net/downloads/speakingClock.sit>

Moment dieser poetischen Uhr - wohingegen eine Videosequenz den Verlauf selbst wiedergibt, und der eingeblendete Timestamp in einem metonymischen Bezug zum buchstäblichen *chrono-poetischen* Ereignis hat: nämlich in diskreten Zuständen zu rechnen. Der medienepistemologische Vorlauf dafür war die durch die Hemmung getaktete mechanische Uhr; in Kombination mit dem Dispositiv der Schreibmaschine wurde sie zur Turingmaschine, die - obgleich ganz anderer Struktur als die Erzählung - eine Eigenschaft mit ihr teilt: die Endlichkeit, denn ihre Algorithmen sollen nur Berechnungen "by finite means" anstellen.⁴⁴²

Die Turingmaschine, die mit einem in Felder unterteilten Band durchlaufen wird, auf das diskrete Symbole geschrieben und ausgelesen werden, ist sich zu jedem Moment ganz ausdrücklich ihrer diskreten Zustände "bewußt": "The 'scanned symbol' is the only one of which the machine is, so to speak, 'directly aware'" (ebd.). Doch weiter: "[B]y altering its *m*-configuration the machine can effecticely remember some of the symbols which it has 'seen' (scanned) previously."

In diskreten Zuständen zu existieren führt unmittelbar zurück zur Computerpoesie von *The Speaking Clock*, wo dies mit Verhaltensregeln im Sinne von Markov-Ketten kombiniert ist.

Der Begriff *The Speaking Clock* war zunächst Markenname eines technischen Unternehmens, eine stimmliche Zeit-Ansage durch Kopplung der Uhr mit einem Phonographen zu erlangen. Was in Cayleys Werk aber wirklich spricht (die *message*), ist die Zeit-Kodierung des Computers selbst.⁴⁴³

Die Emulation des Hypercard-Systems von *The Speaking Clock* auf einem Rechner mit dem Betriebssystem MAC OS (seine bedingte Software-Umgebung) trägt den selbstredenden Namen *Rosetta*.; es war diese dreisprachige Inschrift, die Champillon in der Epoche Napoleons zur Entzifferung der altägyptischen Hieroglyphen führte (sich aber von Searles Gedankenexperiment des "Chinese room" und Turings *Imitation Game* unterscheidet).

Software *engines* sind symbolische Maschinen aus Programmcodes, eine operative Ebene, die entscheidet, was sich zwischen Logik und Materie ereignet - Michel Foucaults Definition von *l'archive*.

In diesen Kontext gehört auch - gleich hinter dem klassischen Turing-Test - das *Chinese Room*-Experiment nach John Searle, wo ein der Schrift

⁴⁴² A. M. Turing, On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem (1936/37), hier zitiert nach dem Wiederabdruck in: Martin Davis (Hg.), *The Undecidable*, 2004, 116- (116)

⁴⁴³ Eine Anspielung auf den Buchtitel von Geoff Cox, *Speaking Code*, Cambridge, Mass. / London (MIT Press) 2012

unkundiger Bewohner in einem geschlossenen Raum durch ein Loch mit der Außenwelt durch Austausch von Symbolen korrespondiert, die in einem ihm vorliegenden Buch als reine Korrespondenz zwischen Input und Output-Zeichen vorliegt. So antwortet er auf Eingaben im Sinne einer trivialen Maschine als „mindless“ Prozedur, „in short, communication symbolically“⁴⁴⁴. Hier, „the symbolic is reduced to the indexical (this is not unlike an archeologist’s pondering ancient writing with no clue for translation)“ <ebd., 446>: der archäologische (statt historisch-narrative) Blick, *buchstäblich* "cluster analysis".

Nicht das zeitkritische Spiel, erst die Erzählung seines Verlaufs ist hier narrativ: "If games such as *Doom* demand ergodic closure, the reduction of an event space into a single, successful event time, poetry generators such as John Cayley’s *The Speaking Clock* challenge our sense of temporal, aesthetic experience in a totally different and open way. Where *Doom*’s event space is controlled and reductive, *Clock*’s excessive combinatorics, which produces a different verbal sequence for every moment the program runs, is based on the internal clock in the computer."⁴⁴⁵

Die Verschränkung von Zeit und Erzählung, die in der mündlichen oder literarischen Erzählung rein symbolisch bleibt, wird damit operativ real. Diese Zeit ist tatsächlich reversibel. Am Ende von *Zeit und Erzählung* wagt Paul Ricoeur solche Optionen alternativer, d. h. non-narrativer diskursiver Formationen der Aussage von Zeit zu denken. Aarseth antwortet mit seinem computerspielgestützten Nachweis, "how the problem of time manifests itself differently in the ergodic modes"⁴⁴⁶. Angesichts solcher Rückkopplungsprozesse und Signalverarbeitung resümiert Aarseth: "the traditional hegemony of narrative in aesthetic theory might be over soon."⁴⁴⁷

Analog versus diskret leben(d)

Die Alternative zur autobiographischen Erzählung ist eine turingmaschinische Ästhetik des Lebens, begriffen als algorithmische Prozedur der gelegentlichen ("epochalen") Umprogrammierung der gelebten Maximen. "Turing machines transform strings of input symbols on a tape into output strings by sequences of state transitions [...]. Each step reads a symbol from the tape, performs a state transition, writes a symbol on the tape, and moves the reading head. Turing machines cannot, however, accept external input while they compute; they shut out the external world and are therefore unable to model the passage of

⁴⁴⁴ John R. Searle, *Minds, brains, and programs*, in: *The Behavioral and Brain Sciences* Bd. 3 (1980), 417-457 (444)

⁴⁴⁵ Aarseth 1999: 39

⁴⁴⁶ Aarseth 1999: 32

⁴⁴⁷ Aarseth 1999: 41

external time."⁴⁴⁸ Turing antwortet auf die Herausforderung, die Umwelt mit in das komputierende System einzubeziehen, mit dem Konzept der selbstlernenden (statt lediglich imperativ programmierten) Maschine. Eine neue Lage (oder Einsicht) resultiert in Intervallen der Umprogrammierung: "How can the rules of operation of the machine change? They should describe completely how the machine will react whatever its history might be, whatever changes it might undergo. The rules are thus quite time-invariant. [...] The explanation of the paradox is that the rules which get changed in the learning process are [...] claiming only an ephemeral validity."⁴⁴⁹

Die Insistenz auf diskreter, mithin maschineller Ästhetik ist eine denkbare Konsequenz der Kopplung des Menschen an symbolische Maschinen, beginnend mit der artikulierten Sprache - was einen Aspekt seines Menschseins überhaupt erst definiert. Ein schreibender Autor wird zu einer symbolischen Archivtext-Maschine des von ihm Gelesenen. Schreibmaschinelle oder gar rechen-technische Operationen ereignen sich buchstäblich durch ihn. Oswald Wiener, an Turing anknüpfend, fragt, ob man Menschen als Maschinen beschreiben kann, ob Psychologie eigentlich Maschinologie ist, wenn man das Verhalten des Menschen in Problemlösungs-Situationen untersucht. "Dabei stellt er fest, daß wichtige und große Teile der menschlichen Psyche automatenhaft funktionieren."⁴⁵⁰ Wiener ruft dazu auf, sich in den Verzweigungssituationen des Lebens, seinen *Trivialitäten* (ein Begriff auch für Computerspiele) kleine symbolische Maschinen zu bauen. Diese lassen sich als operative Diagrammatik denken: als mentale Maschinen(bilder), eine Formalisierung des scheinbaren *life stream* in diskrete Momente, *quasi*-kinematographisch.

Der Umbruch zum Digitalen (die analog-digital-Umwandlung) schlägt sich längst in Meß- und anderen Aufzeichnungsverfahren nieder. An die Stelle eines Kontinuums treten Proben (*samples*): "Dabei erfährt das ursprüngliche analoge Sprach-, Ton-, Bild-Signal eine Abtastung, deren Ergebnis in Annäherung an den optischen oder akustischen Vorgang digital dargestellt wird. D. h. die analogen Signale werden nicht kontinuierlich und lückenlos übertragen, sondern nach Abtastungs-Stichproben, die wiederum die Form diskreter, binärer Werte [...] erhalten. Das große Tempo der Einzel-Zerlegung und Binarisierung [...] täuscht darüber hinweg, daß es Kontinua nicht mehr gibt, sondern einzig und allein Punkte und binäre Werte auf einem Rasterfeld. Zwischen den

⁴⁴⁸ Peter Wegner (Brown University), Why interaction is more powerful than algorithms, in: Communications of the ACM, vol. 40, no. 5 (May 1997), 80-91 (83)

⁴⁴⁹ A. M. Turing, Computing Machinery and Intelligence, in: Mind, no. 49 (1950), 433-460 (section "7. Learning Machines")

⁴⁵⁰ Aus der Beschreibung zum Dokumentarfilm von Matthias Brunner / Philipp Pape, Am Anfang war die Maschine, D 1999, im Programmheft des X. Internationalen Videofestivals Bochum, Mai 2000

Punkten aber bleiben – wenn auch minimale – räumliche Lücken [...] jenseits unserer Wahrnehmungsfähigkeit.⁴⁵¹

Radikal medienarchäologische Analyse sucht die Kernoperation der sogenannten "Digitalisierung" präzise zu lokalisieren, mithin den Analog-Digital-Wandler, der prinzipiell stetige Signale zu diskreten, damit rechenbaren Spannungswerten quantisiert. Ihm vorgeschaltet ist der zeitkritische Moment der Digitalisierungsermöglichung, seinerseits verkörpert im Sample-and-Hold-Modul, eine quasi kinematographische Operation. "Während der Signalumsetzung darf sich bei vielen Umsetzverfahren das Eingangssignal nicht ändern. Dann schaltet man dem eigentlichen AD-Umsetzer eine Abtast-Halte-Schaltung (Sample-and-Hold-Schaltung) vor, die den Signalwert (englisch sample) analog so zwischenspeichert, dass er während der Quantisierung konstant bleibt."⁴⁵² Genau hier liegt die Tugend des medienimmanenten archäologischen Blicks: statt mit suggestiven narrativen Entwicklungen mit diskreten Momenten zu rechnen und Abwesenheiten zu konfrontieren.

Sampling als Schauplatz der Wandlung von Er/zählung

Sampling meint im elektrotechnischen (nicht kulturpraktischen) Sinn die Abtastung analoger Signale, um sie dann einer Quantifizierung, also dem Digitalen zuführen zu können: eine automatisierte Transkription des (im Sinne physikalischer "Welt") Realen ins Symbolische, d. h. Rechenbare ("Weltbild" im Sinne Heideggers).

Die medientechnische Operation übersetzt elektromechanische Signale in binär kodierte Information. So werden sie mit mathematischer Intelligenz (also algorithmisch) berechenbar und lassen sich durch Digital-Analog-Konversion wieder als Bild sichten oder als Ton vernehmen. Was der "Ton"Abnehmer (*pick-up*) aus den Rillen der Platte in elektromagnetische Signale verwandelt, wird erst durch Abtastung im nachrichtentechnischen Sinne berechenbar; Sampling als *terminus technicus* markiert damit eine Eskalation gegenüber Violas sonischem Begriff der analogen "Einzeilenabtastung". Was hier aufblitzt, ist der präzise operative Kern dessen, was sich hinter dem allgemeinen Begriff "Digitalisieren" verbirgt und dann auch Optionen der Korrektur defekter historischer Film- oder eben auch Videoaufnahmen *off-line* erlaubt: "Sampling the smoothly varying signal is just that - capturing the value of the voltage at regular intervals. The frequency at which we sample the signal has to be sufficiently high to collect enough samples to build up a

⁴⁵¹ Götz Großklaus, Medien-Zeit, Medien-Raum: zum Wandel der raumzeitlichen Wahrnehmung in der Moderne, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1995, 88

⁴⁵² <https://de.wikipedia.org/wiki/Analog-Digital-Umsetzer>, Abruf 20. Dezember 2018

picture. Too few samples and we miss information; too many and we waste memory storage."⁴⁵³

Diese Vertaktung - die Wandlung von Welterzählung in rechenbare Nummern (Algorithmen im Sinne von Turings *computable numbers*) - aber geschieht nur, um so dann wieder rhythmisiert zu werden: eine alternativ zur Narration andere Form der Dramaturgie von Zeitprozessen.⁴⁵⁴ Weltzeit trifft auf Maschinenzeit - als Übersetzung in eine andere Zeit.

Zwar bildet das *clocking* den temporalen Grund von Datenimprozesierung in integrierten Schaltkreisen von Mikroprozessoren, doch der Computer ist ereignisgesteuert; die internen "Zähler" werden damit aktiviert. Bigelow erinnert sich in seinem späteren Rückblick: "It was all of it a large system of on and off, binary gates. No clocks. You don't need clocks. You only need counters" - mithin also Zählen statt Erzählen. "A clock keeps track of time. A modern general purpose computer keeps track of events."⁴⁵⁵ Dyson ergänzt: "Codes that take advantage of asynchronous processing, in the digital universe, will rapidly move ahead [...]."⁴⁵⁶ Das Asynchrone aber sprengt (oder unterläuft) den Zeitrahmen selbst; nicht länger ist diese transzendente Referenz auf eine parametrische unveränderliche Variable (wie im Analogcomputer) kultursemantisch plausibel oder techno-logisch notwendig.

[Entscheidend im buchstäblichen Sinne von *Zeitkritik* (Krisis, *krinein*) ist an diesem Punkt die sogenannte Nyquist-Frequenz; die Abtastfrequenz soll die maximale Frequenz im Signal zumindest verdoppeln, um eine *signaltreue* Rekonstruktion des Signalereignisses zu ermöglichen.]

Die Krise der Narrativität in den hochtechnischen Medien liegt also nicht schlicht in der Verabschiedung der Erzählung zugunsten von Mikronarrativen oder gar non-narrativer Ereignisdarstellung, sondern im medienarchäologischen Sinne "radikaler" in der Implementierung der Zahl im Realen, als eine neue Form von Er-Zählung, massiver als alle symbolischen Ordnungen von Zeitfolgen (die mündliche oder literarische Erzählung) im Namen eines Imaginären (der "Geschichte").

Im technischen Modus des *sample-and-hold*, also der ultrakurzen Zwischenspeicherung momentan abgetasteter Werte, wird das zeitkritische Mikrointervall operativ: "Taking samples of the voltage at regular intervals gives us a sequence of stable voltage values that we

⁴⁵³ McLean 2000: 108

⁴⁵⁴ Dazu Shintaro Miyazaki, Das Algorhythmische. Microsounds an der Schwelle zwischen Klang und Rhythmus, in: Axel Volmar (Hg.), Zeitkritische Medien, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2009, 383-396

⁴⁵⁵ Zitiert hier nach: Dyson 2012: 300; Dyson dort ergänzend: "[...] without waiting for any central clock to authorize the translation step-by-step".

⁴⁵⁶ Dyson 2012: 300

feed to the converter hardware. Each stable voltage value is converted into a number, represented in binary notation to reflect the hardware implementation. The scale of these numbers is adjusted so that the extreme numeric range represents the extreme range of brightness values. For an 8-bit wide binary number, those extremes are 0 to 255, equivalent in binary notation to 00000000 and 11111111 respectively"⁴⁵⁷ - die digitale Bandbreite von Grauwerten.

"A partir du moment où la possibilité nous est donnée d'incarner dans le réel ce 0 et ce 1 [...], de l'incarner" - im konkreten Sinn von (engl.) *embodiment* als Implementierung - "sur un rythme, une scansion fondamentale, quelque chose est passé dans le réel [...]", schreibt Jacques Lacan 1955.⁴⁵⁸ Allerdings ist seine Paraphrase der binären Zustände Null und Eins als "notation de la présence et de l'absence" (ebd.) logozentristischer Unsinn. Das Verhältnis zwischen der Welt des Symbolischen und den Existentialen des Realen ist nicht mehr eines der strukturalen Abstraktion, sondern wird operativ verschränkt: die Maschinisierung der Mathematik namens Digitalcomputer (im Unterschied zum Analogcomputer, der vielmehr eine Kopräsenz der impliziten Mathematik - bzw. mathematischen Analysierbarkeit - von Welt darstellt) "führte mitten in den Bereich des *Algorhythmischen*, der zwischen dem Symbolisch-Binären und dem Physikalisch-Realen oszilliert." Privilegiert entäußert sich diese Dynamik am und im Sonischen; Denis Gabór hat mit der Entwicklung seiner "acoustical quanta" als Vorläufer aktueller Granularsynthese und Waveletanalyse auf diese Verschränkung des Zeit- und Frequenzbereiches in der Tonwahrnehmung verwiesen.⁴⁵⁹

Diese Verschränkung weist mitten ins Zentrum des epistemologischen Dramas, das sich im Verhältnis von "analoger" und "digitaler" Welt abspielt. An die Stelle des Zeitkontinuums tritt nämlich die radikal non-lineare Quantisierung - nur, um durch Re-Implementierung in physikalischer Hardware dann wieder in der Welt, d. h.: in der Zeit zu sein.

Erzählung und Computer im Konflikt: Programmieren

Zur Erzählung wird ein literarischer, also im alphabetischen Code notierter Text erst im kognitiven Akt der menschlichen Lesung. Tatsächlich liest auch die Turing-Maschine Anweisungen und

⁴⁵⁷ McLean 2000: 108

⁴⁵⁸ Jacques Lacan, *Psychoanalyse et cybernétique, ou de la nature du langage* (XXIII), in: Jacques Alain Miller (Hg.), *Le séminaire de Jacques Lacan. Buch II: Le moi dans la théorie de Freud et dans la technique de la psychoanalyse, 1954-1955*, Paris 1978, 350

⁴⁵⁹ Denis Gabor, *Acoustical Quanta and the Theory of Hearing*, in: *Nature* Nr. 4044, 159 (Mai 1947), 591-594

Handlungsfolgen, geschrieben als Tabellen und Daten auf einem unendlichen Band. Computing *ist* Er-Zählung; ihr Skript aber ist kein Narrativ, sondern das Programm.

"Ist die Handlung in einzelne Teile zerlegbar, so heißt sie *Prozeß*. Wenn die einzelnen Teilhandlungen zeitlich strikt nacheinander ablaufen, dann wird der Prozeß als *sequentiell* bezeichnet. In analoger Weise wird eine Anweisung, welche die Teilhandlungen eines Prozesses durch einzelne Anweisungen beschreibt, ein *Programm* genannt [...], wobei [...] die Reihenfolge der Anweisungen im Programmtext nicht mit der zeitlichen Reihenfolge der entsprechenden Handlung identisch zu sein braucht."⁴⁶⁰

Ein Programm mag narrative Sequenzen erzeugen, folgt selbst aber einer non-narrativen Linearität. In der Frühzeit des Elektronenrechners waren die verbreitetsten Datenerfassungsgeräte Lochkartenleser und Schreibmaschine. "In beiden Fällen haben die angenommenen Daten die Form von *linearen Folgen von Schriftzeichen* und stellen einen linearen Text dar."⁴⁶¹ Vilém Flusser hat dies für die medienarchäologische Frühzeit als den Ikonoklasmus der Schrift gegenüber dem Bild bezeichnet; die eindimensionale Linearisierung war die Bedingung für die Denkbarkeit von Geschichte(n). Auf der Ebene von Programmzeilen hinter Bildoberflächen im Computer kehrt dieser Ikonoklasmus nun machtvoller denn je zurück - doch mit einer anderen, non-narrativen Konsequenz.

Computergraphik und Mathematik

Dem Frühromantiker Novalis zufolge sind mathematische Anschauungen "die *sichtbaren* Regeln der Ordnung des *Mannichfaltigen* Raums, oder d[er] ausgedehnten Gegenstände, so wie auch der mannichfaltigen Momente - der *successiven* Gegenstände."⁴⁶² Daß etwa eine Wahlfolge Schritt für Schritt in der Zeit nicht mehr mit einem Blick in ihrer ganzen Ausdehnung übersehen werden kann, ist eine unmittelbare Entäußerung von Zeitgebundenheit. "Es entsteht also die Aufgabe, die Stellung der mathematischen Gegenstände zur Zeitlichkeit, diesem exquisit menschlichen Moment des Daseins, zu untersuchen."⁴⁶³ Diese Zeitlichkeit aber ist nicht mehr erzähltechnisch verfaßt. In der von Neumannschen Rechnerarchitektur wird die komplexe Synchronisation paralleler Einheiten durch eine zeitliche Hintereinanderordnung vermieden; „der Verlust des Potentials paralleler Arbeit wird durch den hohen Zentraltakt des Rechners aufgefangen."⁴⁶⁴ *Echtzeit* verschiebt die klassische

⁴⁶⁰ Niklaus Wirth, Systematisches Programmieren. Eine Einführung, Stuttgart (Teubner) 1972, 14

⁴⁶¹ Wirth 1972: 34

⁴⁶² Novalis, Werke 1999, xxx, Bd. II: Hemsterhuis- und Kant-Studien, 221, Nr. 15

⁴⁶³ Becker 1927 / 1973: 197

⁴⁶⁴ Wolfgang Coy, Der diskrete Takt der Maschine, in: Georg Christoph Tholen u. a. (Hg.), Zeitreise. Bilder, Maschinen, Strategien, Rätsel, Frankfurt/M.

Erzählordnung unterhalb der menschlichen Wahrnehmungsschwelle.

Programmzeilen erzählen nicht mehr, auch wenn sie textförmig sind; vielmehr zählen sie:

"Programmzähler und Arbeitsspeicher aufseiten der Hardware, Funktionen und Programme aufseiten der Software, alle laufen sie sequentiell. Alle Schwierigkeiten, die Computer mit der Parallelverarbeitung von Befehlen oder der Berechnung von Netzwerken haben, kehren in der Computergraphik wieder."⁴⁶⁵

Hyperfiction, Hypertext und Internet, non-narrativ?

Als Michael Joyce, Professor für kreatives Schreiben am Vassar College in den USA, bemerkte, wie einfach sich am Bildschirm Textblöcke modular verschieben lassen, schrieb er 1985 mit Kollegen an der Yale University ein literarisches Programm namens *Storyspace*, das zur Standardsoftware für Hyperfiktionen geworden ist. Damit ändert sich sowohl die Schreib- als auch die Lesegewohnheit, die nicht länger buchförmig, sondern an den Zettelkasten gekoppelt ist.

Zunächst macht auch das Internet die Formate vorheriger Medien zu ihrem Inhalt. E-mail etwa übernimmt bestimmte konstitutive Strukturelemente des Briefes, wie Datum, Anrede, Text und Gruß, die seit der Antike [...] so ähnlich angeordnet werden⁴⁶⁶, doch das zeitliche Intervall, die konstitutive Nachträglichkeit der brieflichen Kommunikation, schrumpft gegen Null, fankiert von den Instant Messages in der Mobilfunkkommunikation. Die Zeichenökonomie einer SMS steht dem Morse-Code und den Börsennachrichten näher denn der narrativen Berichterstattung. "Schreiben Sie keine Romane."

Transnarrative Aussichten: eine topologische Ästhetik der Datenbanken

Mündliche Kultur wie die Epen Homers bedurften der narrativen Form zur generischen Übertragung; Geschichten sind hier geradezu eine optimale Form der Kodierung hinsichtlich des Kanals namens Tradition. Mit externen Speichern aber sind andere Formen des Transports von

(Stroemfeld / Roter Stern) 1993, 367-378 (xxx)

⁴⁶⁵ Friedrich Kittler, Computergraphik. Eine halbtechnische Einführung (Vortrag gehalten in Basel, Juni 1998); zitiert hier aus der Internet-Version: <http://www2.rz.hu-berlin.de/inside/aesthetics/los49/aktuell.htm>

⁴⁶⁶ Ernest W. B. Hess-Lüttich, E-Epistolographie: Briefkultur im Medienwandel, in: , Andreas Hepp / Rainer Winter (Hg.), Kultur – Medien – Macht: Cultural Studies und Medienanalyse, Opladen (Westdeutscher Verlag) 1997, 225-246 (231)

Information möglich. Im digitalen Raum ist Erzählung nicht länger eine anthropologische Entäußerung, sondern eine genuin medial generierte Form von *cultural engineering*.

An die Stelle der klassischen kinematographischen Bildmontage tritt der invasive digitale Eingriff in das Bild selbst, und anstelle der Erzählung der Kalkül: "Subjektlose digitale Kalkulation ist weder die differentielle symbolische Ordnung [...], noch die Realität außerhalb des Schirms des Interface (in körperlicher Realität hinter dem Schirm gibt es nur Chips, elektrischen Strom et cetera). Die Wette der VR besteht darin, daß das Universum der Bedeutung, der Narrativierung nicht die letzte Referenz, der unhintergehbare Horizont ist, da sie sich auf reine Kalkulation bezieht. [...] die moderne Wissenschaft [...] ermöglicht, einen Zugang zum Realen reiner Kalkulation zu erlangen, die dem Spiel multipler Erzählungen zugrunde liegt."⁴⁶⁷

In Computerspielen steht hinter der scheinbar bruchlosen, kontinuierlichen Phänomenologie der Erzählung eine diskrete Maschine. Nur scheinbar wird in Adventurespielen durch zeitkritische Entscheidungen aus der Navigation durch eine Datenmenge eine Geschichte. Tatsächlich wird nach Roland Barthes' modularer Bauanleitung die Erzählmaschine, generativ, als Schaltplan konstruierbar: "Die funktionale Deckung der Erzählung verlangt nach der Organisation von Relais, deren Basiseinheit nur durch eine kleine Gruppierung von Funktionen gebildet werden kann, die wir hier [...] als Sequenz bezeichnen. Eine Sequenz ist eine logische Folge von Kernen, die miteinander durch eine Relation der Solidarität verknüpft sind. [...] Die „Realität“ einer Sequenz liegt nicht in der „natürlichen“ Abfolge der Handlungen, aus denen sie zusammengesetzt ist, sondern in der Logik, die in ihr hervortritt, riskiert und eingehalten wird."⁴⁶⁸

Erst durch einen *Agenten* (ein Begriff von Barthes) erhält eine Sequenz von Signalereignissen prosopopöetisch einen „Namen“ und wird damit als Handlung, mithin Geschichte adressierbar. Diese Agenten aber sind längst *Software-bots*.

Hypermediale Generierung ist ein kartographisches Verfahren; die topographische Darstellung antiker Karten, welche Elemente narrativer Figuren und Bruchstücke von Erzählungen aufweisen, transformieren zur strukturellen Kartographie akkumulierter Information.⁴⁶⁹

⁴⁶⁷ Slavoj Žižek, *Die Pest der Phantasmen. Die Effizienz des Phantasmatischen in den neuen Medien*, aus d. Englischen v. Andreas Leopold Hofbauer, Wien (Passagen) 1999, 89f

⁴⁶⁸ Roland Barthes, *Einführung in die strukturelle Analyse von Erzählungen [1966]*, in: ders., *Das semiologische Abenteuer*, Frankfurt/M. 1988, 102-143 (118 u. 136)

⁴⁶⁹ Caroline Weber, *Theater und Medialität*, in: Sigrid Schade / Georg Christoph Tholen (Hg.), *Konfigurationen. Zwischen Kunst und Medien*, München (Fink)

Gedächtnis ist alles, was abrufbar ist. Erinnern hingegen hat „wenig zu tun mit Informationsabruf aus Datenbanken, aber sehr viel gemein mit gestaltendem Erzählen“.⁴⁷⁰ Es sind Geschichten, die archivische Sachlagen in narrativen Sinn transformieren. Abzüglich solcher Erzählungen sind Urkunden einfach alphabetische Symbolketten und *bit-strings*. Das Ende der Geschichte(n) ist die Zukunft der Datenbanken: "After the novel, and subsequently cinema, privileged narrative as the key form of cultural expression of the modern age, the computer age introduces its correlate - database. Many new media do not tell stories; they don't have a beginning or end; in fact, they don't have any development, formally or otherwise which would organise their elements into a sequence."⁴⁷¹

Genau das war einst die Funktion von Erzählungen: Ereignissequenzen zu sinnvollen Dramen zu verknüpfen. Gewiß ist auch die Datenbank kein medienarchäologischer Nullpunkt der Konfiguration, sondern immer schon eine symbolische, mithin also kulturtechnische Form. In der digitalisierten Kommunikationswelt aber ist die Erzählung nur noch "just one method among others of accessing data"⁴⁷². Die Applikation Instagramm (die tatsächliche Wiedereinkehr von Bildtelegraphie des 19. Jahrhunderts als Verschränkung telegraphischer Impulse und instantaner Bildsendung) erlaubt im *social web* inzwischen vermittelt der Funktion *Stories* die Übertragung von Fotoserien und Kurzvideoclips von nicht länger als 15 Sekunden, die nach 24 Stunden automatisch wieder gelöscht werden. Nicht nur obsiegt hier das Archiv-auf-Zeit, sondern das, was "story" heißt, ist längst keine Narration mehr, sondern chronophotographische "Chronik". Die "live"-Funktion versendet ein Videoclip bereits während der Aufnahme (und dissimuliert damit erfolgreich den im Rechenprozeß tatsächlich begründeten Zeitverzug namens *Echtzeit*). In der "Boomerang"-Funktion transformiert die narrative Miniatur zur Schleife gleich dem animierten *gif*; der Stop-Trick und die *rewind*-Option knüpfen medienarchäologisch an den frühesten Trickfilm an (Méliès). Was einst von der Materialität der Filmspule als neue Chronoästhetik nahegelegt wurde, kehrt nun ausgerechnet im digitalen Algorithmus wieder. Erfolgreich hat die Zählung (*computation*) ihr kulturhistorisches Gegenstück, die Erzählung, als Simulation eingeholt.

Anstatt bloß gegen Geschichte(n) anzurennen gleich Don Quixote gegen Windmühlen in Cervantes' Ritterroman, lassen sich - angeleitet von real praktizierter technischer Chronopoetik - konstruktive, mithin

2003, 146-xxx (150)

⁴⁷⁰ Siegfried J. Schmidt, Gedächtnis Erinnern Vergessen, in: Kunstforum International Bd. 127, Juli-September 1994, 245-249 (247)

⁴⁷¹ Lev Manovich, Database as Symbolic Form, in: Convergence Bd. 5, Heft 2 / 1999, 80-99 (*abstract*)

⁴⁷² Manovich 1999: 82

archäographische Schreibweisen jener anderen Zeitlagen entwickeln. Die Analyse der multiplen Tempor(e)alität analoger Videokunst unter dem Titel *The Autobiography of Video* ist gerade nicht das literarische Experiment einer "Selbsterzählung" des in der Tat zeilenschreibenden elektronischen Mediums: "[...] it does not have a human narrator."⁴⁷³ Vielmehr *ist* die technologische Entfaltung, also "Individuation" (Gilbert Simondon) der Apparaturen und Schaltkreise bereits der Selbstaussdruck von Video, sein operatives Diagramm. Hier endet die Narration. Am Anfang des hier verhandelten erzählkritischen Themas war kein Wort, sondern eine Zahl: in dezimaler Schreibweise "2000", hexadezimal "7d0", binär "11111010000", als Spannungszustand "----- _ _ _ _ _".

"Retrocomputing": weder nostalgisch noch historistisch

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

Was meint eigentlich das "Retro" im Begriff des Retro-Computing? Praktiker wissen es durch das, was sie tun, aber in der medienwissenschaftlichen Reflexion obliegt die sorgfältige Ausformulierung. Der Begriff der *vintage computer* wird gerne mit alten Zeiten assoziiert. Doch die Technopoiesis medienarchäologischer Artefakte ist radikal unhistorischer Natur. Vielmehr ist (ganz im Sinne Walter Benjamin) der Gegenwart technischer Medien ihre Antike als "Jetztvergangenheit" des digitalen Zeitalters beiseitegestellt⁴⁷⁴ - ein Begriff, der zugleich andeutet, daß diese Vergangenheit nicht historisiert, sondern in der Gegenwart gleichsam "aufgehoben" ist wie frühere Prozessoren in heutigen Mikrochip-Architekturen. So ist der hiesige "Einblick in die Historie der heutigen Computertechnik" (Stefan Höltgen) zu verstehen.

"Retro" ist mehr als nur Computernostalgie nach den Kinderschuhen des Homecomputing, mehr als nur Jugenderinnerungen der heutigen Hacker und Hardware-Archäologen. Daß das auf den ersten Blick so einleuchtende Präfix "Retro-" im Falle des Digitalcomputers andere Fragen aufwirft als die klassische Technikgeschichte mit ihren Nostalgiewellen manifestiert sich schon in der Debatte darum, ob frühere Systeme auf heutigen Computern emuliert oder simuliert werden sollen - und ob es gute Gründe dafür gibt, der Originalplattform den Vorzug zu geben. "Retro" meint nicht den scheuen Respekt vor dem Original, denn im "Remix" werden gerade alte Rechner zu hybriden Nutzungen der

⁴⁷³ Blom 2016: 21

⁴⁷⁴ Dazu Richard Faber, Paris, das Rom des XIX. Jahrhunderts. Eine Metacollage, in: Norbert W. Bolz / Richard Faber (Hg.), Antike und Moderne. Zu Walter Benjamins "Passagen", Würzburg (Königshausen + Neumann) 1986), 78-81, bes. Abschnitt 12 "'Jetztzeit' der Antike", 78-81

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

Demonstrieren läßt sich dies anhand eines wirklich antiken "Computers", dem sogenannten Mechanismus von Antikythera. Vom altgriechischen Computer ist die aktuelle Gegenwart nur scheinbar durch Jahrtausende getrennt; diese Antike ist nicht einmal *historisiert*, sondern aktuell. Anders als antike Statuen nämlich wollen *vintage computer* in Vollzug gesetzt werden. Sie als Objekt anzuschauen erschließt nicht ihr Wesen, sondern allein ihre operative Archäologie.

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

Georg Wilhelm Friedrich Hegel hat sich seinerzeit massiv gegen die umso klarer diagnostizierte Provokation gewehrt, welche die Mechanisierung des Rechnens gegenüber dem menschlichen Geist darstellen könnte - dem "Schaudern, sich zur Maschine zu vervollkommen". Demgegenüber hat Niklas Luhmann in seiner "Kommunikation mit Zettelkästen" den Moment der Maschinenwerdung als materiell-operativer Objektivierung des Geistes geradezu als Suspendierung von der eigenen Subjektzentriertheit im Wissensprozeß gefeiert. Während sein Zeitgenossen Charles Babbage in London um 1830 längst einen speicherprogrammierbaren Digitalcomputer auf mechanischer Basis

entwirft, graute es Hegel vor der Turingschen Vorstellung, daß menschliches Denken, sofern es denn logisch ist, bereits einen Maschinenzustand darstellt. Im rechnenden respektive denkenden Zustand, d. h. wenn sie die "mechanische Prozedur" (Kurt Gödel) eines Algorithmus abarbeiten, vermögen Mensch und Turingmaschine sich gegenseitig zu emulieren. In dem Moment, wo ein menschlicher Nutzer ein *manual* zur Hand nimmt, um das Betriebssystem seines Desktop-Rechners einzurichten oder nachzuvollziehen, *ist* er (als "Interpretant" im Sinne von Peirce) im Zustand dieser Maschine - logisch-neurotische Abstürze und *Halteprobleme* inklusive.

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

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

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

überhaupt zum Computer zu werden und nicht schlicht eine elektronische Platine oder symbolische Tabellen zu sein.

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

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

Antike Computer stehen einerseits in Allianz mit klassischen archäologischen Objekten, unterscheiden sich davon aber ebenso markant. Wie die letzteren unterliegen sie als Hardware dem "Zahn der Zeit", der physikalischen Entropie, und sind somit in der vertrauten "historischen" Zeit. Ein Beispiel ist der Schimmel aus alten Kondensatoren; in Form der materiellen und softwareseitigen *Friktionen* beim Versuch der Wiederinstandsetzung meldet sich die Zeit zu Wort. Andererseits ist ihrer operativen Diagrammatik, also der gelöteten Schaltung, die Zeitlosigkeit der Logik eingeschrieben oder gar eingebrannt, was es ermöglicht, dieses Wissen auch heute wieder zu verhandeln, neu zu verhandeln, klug zu mißbrauchen, umzunutzen - all das, was gemeinhin unter "Retrocomputing" firmiert.

Es ist das theoretische Konzept der mathematischen Turingmächtigkeit, welches den in einem aktuellen Betriebssystem emulierten Antikcomputer von einer Maschine wie dem Automobil unterscheidet, das ebenso verschiedenen technologische Zeiten in sich aufhebt und zusammenfügt: "It is a disparate aggregate of scientific and technical solutions dating from different periods. One can date it component by component; this part was invented at the turn of the century, another ten years ago, and Carnot's cycle is almost two hundred years old. Not to mention that the wheel dates back to Neolithic times. The ensemble is only contemporary by assemblage [...]."⁴⁷⁵

⁴⁷⁵ Michel Serres, *Conversations on Science, Culture, and Time*, zitiert als Motto zum Kapitel "Experimenting with time" in: Timothy Scott Barker, *Time and the Digital. Connecting Technology, Aesthetics, and a process Philosophy of Time*,

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

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

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

Zeit von Gnaden des Computers: *time sharing*

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

Die Ausgabegeschwindigkeit des Computers war zunächst auf die

menschliche Lesegeschwindigkeit abgestimmt und betrug im Dialog etwa zehn Zeichen je Sekunde - das Frank'sche Informationsmaß für neuronale Präsenz. "Auf diese Weise entsteht [...] eine höhere Informations/dichte als beim Dialog Mensch-Mensch."⁴⁷⁶ Neben dieser performativen Zeit aber bestimmt 3.) die operative Zeit von Time-Sharing einer Gesellschaft, die nur aus Computern besteht, unsere Lage.

In den Formen des World Wide Web ist die von Teilhard de Chardin einst prognostizierte "Noosphäre", also eine den Globus umfassende elektronische Denksphäre, netzwerktechnisch wie als Gebrauchsweise längst zur *Chronosphäre* geworden. Diese Chronosphäre ist "Historismus" im Sinne von Martin Heideggers Deutung des Rundfunks als kulturelle Globalisierungsmaschine: "Der Historismus ist heute nicht nur nicht überwunden, sondern er tritt jetzt erst in das Stadium seiner Ausbreitung und Verfestigung. Die technische Organisation der Weltöffentlichkeit [...] ist die eigentliche Herrschaftsform des Historismus."⁴⁷⁷

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

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

In den späten 1950er-Jahren entwarf eine Forschungsgruppe des US-Rüstungslieferanten BBN eines der ersten Time-Sharing-Systeme. J.C.R. Licklider, ursprünglich Psychologieprofessor an der Harvard University und später am Massachusetts Institut of Technology (MIT) entwickelte die Möglichkeit, mehrere Benutzer bzw. mehrere Forschungseinrichtungen an

⁴⁷⁶ Werner Ribbeck, Grundlagen der Time-Sharing-Anwendung, Düsseldorf (VDI-Verl.) 1973, 3 f.

⁴⁷⁷ Martin Heidegger, Der Spruch des Anaximander, in: Holzwege, Frankfurt, 4/1963: 301

einem Großrechner quasi gleichzeitig arbeiten zu lassen, in dem sie sich die Rechenzeit des einzigen vorhandenen Prozessors teilten; dabei wurde jedem einzelnen Benutzer suggeriert, exklusiv über die gesamten Ressourcen des Computers für sich allein zu verfügen.

Der Hintergrund solch zeitkritischer Modellierungen von Mensch-Maschine-Interaktion ist durchaus militärischer Natur. Licklider war als Mitarbeiter im Psychoakustischen Labor der Harvard University zu Weltkriegszeiten durch Erfahrung mit Projekten des US-Verteidigungsministeriums geprägt. 1962 konnte er bei ARPA sein Mensch-Maschine-Interaktions-Programm am Command and Control Research Office weiterführen und es in Information Processing Techniques Office (IPTO) umbenennen - eine Camouflage der militärischen Kontexte der Kybernetik.⁴⁷⁸

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

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

Gleichzeitig zu diesem neuen Verständnis von Computernutzung fand ein telekommunikationstechnischer Paradigmenwechsel von „leitungsorientierten“ zu „paketvermittelten“ Konzepten statt (Leiner 2000). "Die Teilnehmer schließen sich mit Hilfe einer *Datenstation* (terminal) für die benötigte Zeit über Fernmeldewege an das angewählte Time-Sharing-System an"⁴⁷⁹ - Telecomputing, und das zeitweilige *online*-Sein.

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

⁴⁷⁸ Dazu Wolfgang Hagen, Computerpolitik, in: Norbert Bolz / Friedrich Kittler / Georg Christoph Tholen (Hg.), Computer als Medium, München (Fink) 1994, 139-167

⁴⁷⁹ Ribbeck 1973, 1

die räumliche Metaphorik; Zeit kommt hier entschieden und entscheidend ins Spiel.

Medientheorie hat die Aufgabe, bisherige Kulturtechniken von wirklich technologischen Praktiken unterscheidbar zu halten; dazu gehören die buchstäblichen *termini technici*, also Fachbegriffe wie das Time-Sharing. Der medienanalytische Blick fokussiert daher die zeitlichen Rahmenbedingungen von Mensch-Maschine-Kommunikation. Präziser, als es der allgemeine Begriff sogenannter zeitbasierter Medien benennt, geht es hier um die zeitkritische Funktionstüchtigkeit einer Maschine als Bedingung gelingender Synchronisation. Der Digitalcomputer im medientechnischen Vollzug ist nicht schlicht eine symbolverarbeitende Maschine, sondern mit seinen Signalverarbeitungsalgorithmen in seinem radikal getakteten Wesen eine komplexe Zeitmaschine. Das Betriebssystem verwaltet im Kernel vor allem Prozesse des *time-sharing* von Rechenzeit für quasi-Parallelerarbeitung diverser Aufgaben. Die sogenannte Temporallogik ist eine Methode, die Zeitweisen des in diskreten Zuständen operierenden Computers zu analysieren und zu modellieren: verzweigte Folgezustände, Zustandsübergänge, Schleifen, Zugriffsprozesse. Logikanalysatoren lassen die einzelnen Rechenschritte des Computers in parallelen Zeitkanälen oszilloskopisch gar sichtbar werden - Meßbilder als medienanalytisches Kino. "Graphical data representation enables detailed understanding of dynamic processes on massively parallel systems", verkündet *Vampir*, ein Werkzeug der Performance Analysis, basierend auf der Parallelspeicherung von *event traces*.⁴⁸⁰

Im Realzeitbetrieb des Rechners sind mit der Verarbeitung eines Auftrags strenge Zeitbedingungen verbunden, d. h. die Berechnung der Ergebnisse muß möglichst sofort, "spätestens innerhalb einer vorgegebenen Zeitschranke, die im Millisekundenbereich liegen kann, abgeschlossen sein"⁴⁸¹. Im *Time-Sharing Betrieb*, also durch Zeiteilung, wird die Epoche, das Intervall, in dem die Zentraleinheit durch Warten auf Eingaben unbeschäftigt ist, durch Bearbeitung der Aufträge anderer Nutzer optimiert.⁴⁸² Das ist die Produktivkraft von Turbo-Kapitalismus im Mikrozeitbereich.

Im Unterschied zur herkömmlichen Stapelverarbeitung (dem *local batch*), bei der dem Zentralrechner die Nutzeraufgaben jeweils komplett eingegeben werden⁴⁸³, rechnet der Computer im Time-Sharing während der "Denkpausen" jedes einzelnen Benutzers.⁴⁸⁴ Kleinste zeitliche Lücken kommen damit aktiv ins Spiel - gleich dem Sehschlitze und den

⁴⁸⁰ GWT-TUD GmbH, Dresden, www.vampir.eu

⁴⁸¹ Schülerduden Die Informatik, Eintrag "Realzeitbetrieb (Echtzeitbetrieb)", 65

⁴⁸² Ebd., 66

⁴⁸³ Siehe Ribbeck 1973, 50: Bild 7 "Vergleich eines Time-Sharing-Systems mit einem Riesenrad"

⁴⁸⁴ Ribbeck 1973, 6

intermittierenden Scheiben in frühen kinematographischen Mechanismen. Zeitkritische Absenzen sind das schockierende Betriebsgeheimnis aller medientechnischen Wirkungsmacht. "Das Betriebssystem überwacht die Ausführung der einzelnen Benutzerprogramme und teilt die Zeitscheiben zu."⁴⁸⁵

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

An die Stelle der vormals durch analogen Rundfunk und vornehmlich deren Nachrichtenwesen hergestellten Gleichzeitigkeit zwischen Sendung und Empfang tritt in der digitalen Kommunikation das Zeitfenster namens "Echtzeit" und das *time-sharing* vernetzter *online* Nutzer als asynchrone Kommunikationsgemeinschaft bis hinunter zum sequentiellen Zeitmanagement *im* Computer selbst. Die Zeitform der digitalen Kultur ist damit eine implizit musikalische Orchestration. Allerdings erklingen hier weniger Streichertöne im Sinne harmonischer Schwingungen denn Techno-Beats im Sinne von Impulsen (das musikalische Feld ist traditionell in Melodie, Harmonik und Rhythmus ausdifferenziert). Dieser Rhythmus prägt die digitalisierte Gesellschaft. Die Kommunikationsbasis eines frühen computerbasierten Netzwerks - das "Community Memory"-Projekts von 1970 in San Francisco⁴⁸⁶ - waren Telephonleitungen und Modems, in denen die Daten mit einem zentralen Mainframe-Computer hörbar korrespondierten.

Ein Time-Sharing-Gesamtsystem wird von einem *Kommunikationsrechner* (wie es früher sehr direkt hieß) gesteuert, der den Informationsaustausch mit jedem Teilnehmer vom Zeitpunkt seines Anrufs an scheinbar ohne Unterbrechung - d. h. rechtzeitig (in *real time*) abwickelt."⁴⁸⁷

Digitale Kommunikation im nachrichtentechnischen Sinn bedeutet *time-sharing*. Dies erinnert an eine Urszene, das *momentum* der Telegraphie: Eine der ersten Anfragen, die 1844 im Morse-System in den Vereinigten Staaten zwischen Baltimore und Washington ausgetauscht wurden, lautete "What time is it", und die telegraphische Antwort: "One o'clock".

⁴⁸⁵ Ribbeck 1973, 1

⁴⁸⁶ Dazu Stefan Höltgen, "All watched over by Machines of loving Grace". Öffentliche Erinnerung, demokratische Information und restriktive Technologien am Beispiel der 'Community Memory', in: Ramon Reichert (Hg.), Big Data. Analysen zum digitalen Wandel von Wissen, Macht und Ökonomie. Bielefeld (Transcript) 2015, 385-404

⁴⁸⁷ Ribbeck 1973, 1

Zeit war damit zugleich Inhalt und Botschaft des Mediums, das eine Uhrzeit nahezu ohne Verzug zu kommunizieren wußte.⁴⁸⁸ Was hier noch verbale Kommunikation von Zeit war, wurde später das technische Zeitsignal selbst. Die Botschaft des Mediums Telegraphie in seiner frühen, d. h. medienarchäologischen Phase, war eine Tempor(e)alität: die unverzüglich Kopplung von Sender und Empfänger im Zeitbereich. Jeder temporale Affekt ist im Sinne Marshall McLuhans taktil, gleich dem Ping-Signal unter Wasser (das später im Internet zur reinen Metapher wird, wo die "Time-to-live" eines Leitungstestsignals in Wirklichkeit ein *counter* ist und damit die Abzählbarkeit an die Stelle des suggestiven Zeitflusses tritt). In einem U-Boot erzeugt das Sonar-Gerät einen sonischen Impuls, der durch Hydrophone gesendet und dessen Reflexion an einem entfernten Objekt wieder empfangen wird, um aus der Laufzeitdifferenz des Signals Distanzen zu errechnen. Es gibt also eine Welt der kleinsten Wahrnehmungen, der *petites perceptions*, die allerdings nicht mehr (wie bei Leibniz um 1700) für Menschen Sinne gilt, sondern Maschinenverstehen selbst ist, das mathematisch im Unbewußten (*nesciens*) rechnet.

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

So existiert keine unmittelbare Kommunikation zwischen den einzelnen Nutzern; vielmehr werden Daten und Programme, die anderen Teilnehmern zur Verfügung gestellt will, in bestimmter Form gekennzeichnet "und auf dem Magnetplattenspeicher der Time-Sharing-Anlage ausdrücklich, durch einen besonderen Befehl, abgespeichert"⁴⁸⁹. In einer Time-Sharing-Anwendung "kann jeder Teilnehmer so mit dem Rechner arbeiten, als ob dieser nur ihm allein zur Verfügung stände"⁴⁹⁰ - das ist Gegenwartsbetrug. Angeschlossen an algorithmengetriebene Kommunikationsmedien leben wir gar nicht mehr in der Gegenwart.

Ein Blick zurück auf das, was vor 50 Jahren mit dem Dartmouth-Time-Sharing-System als öffentliche Version in die Welt kam: Ursprünglich

⁴⁸⁸ Siehe Florian Sprenger, *Medien des Immediaten. Elektrizität. Telegraphie.* McLuhan, Berlin (Kulturverlag Kadmos) 2012

⁴⁸⁹ Ribbeck 1973: 7

⁴⁹⁰ Ribbeck 1973: 1

wurde es für individuelle Mensch-Computer-Interaktion entwickelt wurde, 1961 als IBM Compatible Time-Sharing-System, und 1964 für BASIC in Dartmouth.⁴⁹¹ "Retro" meint im medienarchäologischen Sinne nicht schlicht Nostalgie nach einer noch haptisch erfahrbaren Rechnerwelt; der Rückblick auf Urszenen von Time-Sharing macht jene delikatsten Rhythmen, die in heutigen Netzwelten hochfrequent geschehen, wieder analytisch durchschaubar. Mag sich die Rechengeschwindigkeit und Komplexität auch gesteigert haben; was fortwährend gilt - und damit eben noch nicht "historisiert" - ist die prozessuale Struktur dieser Zeitverwaltung. So sind wir gleichzeitig in einem historischen und unhistorischen Verhältnis zu jenen 50 Jahren, derer wir heute retro-aktiv gedenken.

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

Einer Grundthese computerarchäologischer⁴⁹² und medienarchäologischer Theoriebildung zufolge ist der Computer in dem Moment, wo er eingeschaltet ist, radikal gegenwärtig und kein historisches Objekt mehr. Operativ ist er immer im Jetzt und bildet damit einen markanten Kontrast zu den Versuchen seiner Historisierung. Die Aktualität scheinbar historischer Technologien artikuliert sich etwa im "Auswandern" des Time-Sharing von der Betriebssystem-Ebene in die Thread-Verwaltung modernster Mehrkern-Mikroprozessoren. Folgt das Modell des "universalen" Computers (die Turing-Maschine) dem Modell von Menschenzeit? Alan Turing hat 1937 diesen Automaten als einen Menschen mit Papier, Stift, Rechenanweisungen und *Rechenzeit* skizziert. Aus diesem Modell ist erst in der Folge ein technischer Apparat geworden.

Eine techniknahe Archäologie des Interrupts analysiert die Entwicklung

⁴⁹¹ Siehe J. G. Kemeny / T. E. Kurtz, The Dartmouth Time-Sharing Computer System. Final Report, June 1967; <http://1.usa.gov/1SncBby>

⁴⁹² Siehe Stefan Höltgen, Open_ Ein Vorwort zur Computerarchäologie, in: ders. (Hg.), Shift - Restore - Escape. Retrocomputing und Computerarchäologie, Winnenden (CSW) 2014, 11-24

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

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