

[ÜBER SPEICHER(N)]

NEUESTER *LAOKOON*. Simultane *versus* sukzessive Speichermedien
Unmenschliches Gedächtnis
Ungleich "Speicher": Gedächtnisphänomenologie: Bergson
Die Analyse medienarchäologisch tieferlegen: Technische Speicher, neurologisches Feedback
Was waren Medien? Richard Wagner antwortet
Mit Lessing: simultane und sukzessive Verfahren der Speicherung
Ein zwiespältiges Speichermedium: der Tonfilm
Zum numerischen Raum wird hier die Klangzeit: Fourier-analyse Welt
Prozessualisierung der Bilder
Dynamische Verschränkung von Zeit und Raum: Wolken auf Meteo Disc
Stiefkind des Gedächtnis-Paragone: Akustische Archäologie
Unerhört: akustische Verzögerungsspeicher
Gedächtnis als zeitkritische Funktion (Neuroinformatik)
Speicher im Computer, zeitkritisch
Krapp's Last Tape
Mosaik und Sequenz: das Fernsehbild
Speicher im Verzug (*delay lines*, Williams Tube)
Speicherzugriff, *computing*: Die Lochkarte
Speicherzugriff: Lochkarte und *Williams Tube*
Computerspeicher - bildhaft?
Kurzzeitspeicher: Die *Williams Tube*
Statische *versus* dynamische Speicher?

MEDIEN DER ZEITAUFBEBUNG

Für eine Theorie technischer Speicher
Aufgehobene Gegenwart (das Beispiel der Bibliothek)
Spuren des Reellen: Analoge Signalspeicher
"Sample & Hold"
Stillstand und Bewegung: der kinematographische Speicher
Speicherdiagrammatik: der schaltungsgebrauchliche Zugang
Ökonomie der digitalen Speicher
Unerhörte Akustik: Die *acoustic delay line*
Uneigentliches Fernsehen: Speicherbilder (das Ikonoskop)
An der Grenze zum Speicher: kleinste Verzögerungszeiten
Die Verzögerungstugend der Bildtelegraphie
Gegenwart als Funktion ihrer Speicher: Rechenregister, Zwischenablagen und Datenpuffer
Digitale Verkehrung: Verspeicherung der Übertragung, "sample and hold"
PEEK und POKE: Die (Un-)verborgenheit des Computerspeichers
Gedächtnisräume: Zeitl(e)isten und Reversibilität
Technisch aufgespeicherte Zeit und/oder (Neg-)Entropie
Rechnen ohne Speicher? Zur Differenz von neurologischem Gedächtnis und technischer *storage*
Rekursionen in Mensch und Maschine: Speicherprogrammierbarkeit
Ausblick ins "soziale Netz": Archivierung der Gegenwart statt kollektives Gedächtnis
[Module]

TECHNISCHE SPEICHER

Zeitaufhebung im Symbolischen: das Archiv
Kinematographische Wiederauferstehung
Stimmen aus der Vergangenheit (phonographische und magnetophone
Lautarchive)
Zeit der elektronischen Signale: Radio-, Fernseh- und Videoarchive
Definition analogtechnischer Speicher
Digitale Mikroarchive
Zeitpfeil und Zeitaufhebung: Entropie und ihre symbolische Negation
Flüchtige Speicher
Das Unterlaufen der Kanalzeit durch mathematische Intelligenz (digitale
Bildkomprimierung, "Echtzeit")
Algorithmische Formen der (Re-)Aktivierung von Speichern

NEUESTER *LAOKOON*. Simultane *versus* sukzessive Speichermedien

Unmenschliches Gedächtnis

- unterscheiden zwischen Speicher- und Funktionsgedächtnis im Haushalt der Kultur = Aleida Assmann 1999; existieren zu diesen Begriffen präzise technologische Korrelate - eine Kultur technologischer Speicher, die indes ein Gedächtnis nach eigenem Recht (asymmetrisch zum kulturellen Gedächtnis) praktizieren. Dazwischen liegt das menschliche Gedächtnis auf operativer Ebene, wie es Hermann Ebbinghaus erforscht, indem er gerade sinnlose Silben zur Grundlage seiner Quantifizierung des menschlichen Merkens macht - hier schon im Bunde mit dem maschinalem Gedächtnis, für dessen Optimierung - in freier Variation von Claude Shannons mathematischer Kommunikationstheorie - die semantischen Aspekte der Erinnerung zunächst nicht von Relevanz

- den *Erinnerungskulturen* gegenüber medienarchäologisch eher über *Erinnerungstechnologien* sprechen; diese Unmenschlichkeit im Menschen schon angelegt: "Eine 'Soziologie' des Computers hat" - im strengen Sinne Turings - "an der Maschinenhaftigkeit des menschlichen Verhaltens anzusetzen <...> und nicht <...> an der Menschenähnlichkeit des Computers."¹ Sigmund Freuds *Entwurf einer Psychologie* von 1895 (das offizielle Geburtsjahr der kinematographischen Projektion, also Kino) schreibt neologistisch vom psychischen "Apparat", in dem - in ausdrücklicher Analogie zu den damals dominanten neuesten Übertragungs- (elektrische Telephonie) und Speichermedien (die optische Apparatur der Kamera) - strikt zwischen Bewußtsein und Gedächtnis, Übertragung und Speicherung getrennt wird.² Kittler braucht nur noch aus Jean Marie Guyaus *La mémoire et le phonographe* von 1880 zu zitieren <Kittler 1986: 50>, demnach die Seele alt/neuplatonisch "ein Heft phonographischer Aufnahmen" sei, orientiert am neuen medialen Leitbild (Edison 1877)

1 Bettina Heintz, Die Herrschaft der Regel. Zur Grundlagengeschichte des Computers, Frankfurt a.M. / New York 1993, 297

2 Friedrich Kittler, Die Welt des Symbolischen - eine Welt der Maschine, in: ders., Draculas Vermächtnis. Technische Schriften, Leipzig (Reclam) 1991, 58-80 (62)

- Wahrnehmungsneuronen (*phi*-Neuronen) müssen die registrierten Signalen sofort weitergeben und diesen Platz unverzüglich löschen, um für weitere Signalaufnahme aus der Umwelt ("und ihre Zufallsreihen", so Kittler in Anspielung auf Norbert Wiensers Zeitreihenanalyse) verfügbar zu sein; die *psi*-Neuronen wiederum müssen die Fähigkeit zur weitgehend unbegrenzten Speicherung dieser Signale haben. Jede "irgendwie beachtenswerte psychologische Theorie" (so Freud) müsse "eine Erklärung des 'Gedächtnisses' liefern" - und die Anführungszeichen von "Gedächtnis" stehen bei Freud höchstselbst.³ So daß Kittler nur noch umzuformulieren braucht: "Ein Random Access Memory (RAM) einerseits, ein Read Only Memory (ROM) andererseits, spielen also einander zu" <Kittler 1991: 62>.

- eskaliert in der Natur techno-logischer Speicher in Lochkartenästhetik. Der *random access*, eine Option aller Computergedächtnisse, erlaubt den wahlfreien Zugriff auf Daten, sprich: die "position from which information is to be obtained is in no way dependent of the previous one"⁴, eine strikt non-lineare Ästhetik (jenseits der Markov-Ketten). Stattdessen kommt die damit eskamotierte Zeit als zeitkritischer Parameter wieder ins Spiel, als die *access time*: "the time interval required to communicate with the memory and storage unit of a digital computer" <ebd.>

- stellt sich für Freuds Neurologie das gleiche Problem wie für die Radartechnik des Zweiten Weltkriegs: "Die aus den Radaranlagen über Telefonleitungen in den *Whirlwind* einlaufenden Signale beanspruchten, in Echtzeit verarbeitet zu werden und verlangten nach einem diskreten *scheduling* von Input und Prozessierung. Es ging also um nichts Geringeres als die so grundlegende Einführung eines *Interrupt*-Signals. Erst der Interrupt ermöglicht es, die Prozessierung zu regelmäßigen Zeitpunkten zu unterbrechen und 'Umwelt' wahrzunehmen, und dies stellte die Ingenieure vor ganz neue Probleme. Die Lösung hieß *magnetic drum buffer*, ein Speicher, der Radardaten solange zwischenlagerte, bis zu einer festgelegten Zeit wieder Prozessorleistung verfügbar war, der Rechner gewissermaßen aussetzen und sich der Abfrage widmen konnte. Die Kommunikation zwischen Eingabe-, Rechen und Ausgabeeinheiten wurde damit zu einer zeitkritischen Frage, zur Angelegenheit eines gemeinsamen und zugleich differenzierten systemischen Rhythmus. Das Triggern der Kommunikation durch einen Interrupt hat dabei wenig mit dem Takt der zentralen Recheneinheit zu tun, sondern ist der ökonomischste gemeinsame Nenner für jeweilige Peripherie mit unterschiedlichen Datenmengen" = Claus Pias, *Computer Spiel Welten*; Überlegungen dazu schon beim *ENIAC* auf der Basis eines ganzzahligen Vielfachen der Taktrate von 100kHz (John von Neumann, *Theory of Self-Reproducing Automata*, hg. v. A. W. Burks, Urbana / London 1966, 8

- "Innerhalb eines Systems herrscht also nicht mehr ein gemeinsamer Rhythmus, sondern eine Vielzahl von rhythmischen Unterbrechungen. Was an einer bestimmten Systemstelle zum Zeitpunkt der Abfrage nicht vorliegt oder

3 Sigmund Freud, *Aus den Anfängen der Psychoanalyse. Briefe an Wilhelm Fließ, Abhandlungen und Notizen aus den Jahren 1887-1902*, Frankfurt/M. 1975, 308

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

nicht zwischenzeitlich gebuffert wurde, existiert folglich nicht. Kontinuitäten wie etwa das Tracking eines beweglichen Ziels sind daher nur Effekt einer besonders hohen, aber unhintergebar diskontinuierlichen Auslösung" = Pias, *Computer Spiel Welten*

Unter dem programmatischen Titel *Electric Laokoon* definiert ein Sammelband das Ende des Lessings-Theorems von 1766, insofern im elektrischen (oder sagen wir besser: elektronischen) Zeitalter von *computing* das Zeichenregime in Signalprozesse überführt wird. Gegenüber der kruden Opposition von Zeichen im Raum *versus* Handlungen in der Zeit (das Laokoon-Theorem von 1766) regieren fortan Begriffe wie Zustand und symbolische Notation; die Kopplung von Zustand und Operativität führt eine dritte Ebene quer zur Opposition von räumlicher Koexistenz (die Bauteilanordnung der Maschine als "Bild" sozusagen) und dem Handlungsablauf (die Operationen der Maschine) ein. Charles Babbage: "Die Beschreibung einer Maschine mit Hilfe von Zeichnungen kann dies jeweils nur in einem einzigen Zustand ihrer Abläufe darstellen"⁵; demgegenüber entwickelt er eine Mechanische Notation, welche in der Lage ist, sämtliche "gleichzeitigen wie aufeinanderfolgenden Bewegungen", deren Verlauf, die "Bewegungsabfolge", die Verkettung ihrer Operationen kontrollierbar zu machen, zum analytischen Nachvollzug wie zur synthetischen Generation solcher Abläufe = Babbage a. a. O. 205 u. 207; hier zitiert nach: Dotzler 2007: 305; Begriff des Maschinenzustands an die Funktion des Speichers als *quasi*-Koexistenz von Zeichen im Raum (Lessing) gebunden; anders als zeitbasiert aber ist Signalverarbeitung im Computer zeitkritisch, wenn es nicht mehr nur um mathematische Lösungen geht

- modelliert Turing für seine Maschine eine rechnende Operation auf dem unendlichen Band als eine diskrete, aber zeitunkritische: "Für den Rechnenden ist es immer möglich, seine Arbeit abzubrechen, fortzugehen und alles zu vergessen, um später wiederzukommen und die Arbeit fortzusetzen. Wenn er dies tut, muß er einen Zettel mit Anweisungen (die in irgendeiner standardidierten Form abgefaßt sind) zurücklassen, aus denen hervorgeht, wie die Arbeit fortgesetzt werden soll. Diese Notiz ist das Gegenstück zum "Geisteszustand". Wir werden unterstellen, daß der Rechnende auf eine so sprunghafte Art und Weise arbeitet, daß er nie mehr als einen Schritt während einer Sitzung bewältigt. <...> Auf diese Weise ist der Entwicklungsstand der Rechnung in jedem Stadium vollständig abhängig von dem Zettel mit den Anweisungen und den Symbolen, die auf dem Band stehen" = Alan M. Turing, Über berechenbare Zahlen mit einer Anwendung auf das Entscheidungsproblem [1937], in: ders., Intelligence Service. Schriften, hg. v. Bernhard J. Dotzler / Friedrich Kittler, Berlin (Brinkmann & Bose) 1987, 17-60 (46)

- Geburt der von-Neumann-Architektur (strikte Sequentialität) verdankt sich der (durch den Einsatz von Elektronenröhren statt mechanisch träger Relais möglichen) Verzeitlichung der Parallelität (raumbasiert / zeitbasiert); beschleunigte Folgen nähern sich asymptotisch quasi-parallelen Prozessen

- parallele Speicherung meint "storage in which all bits, characters, or words are equally accessible in time" <Magrab / Blomquist 1971: 315>.

⁵ Charles Babbage, in: Babbages Rechen-Automate. Ausgewählte Schriften, hg. u. übers. v. Bernhard J. Dotzler, Wien / New York 1996, 205; dazu Bernhard J. Dotzler, Zeichen in Eigenregie. Über die Welt der Maschine als symbolische Welt, in: Michael Franz / Wolfgang Schäffner / Bernhard Siegert / Robert Stockhammer (Hg.), *Electric Laokoon*, Berlin (Akademie) 2007, 291-312

- greift Arthur Burks auf Eccles/Jordan-Trigger zurück, als er 1944 die Schaltkreise des Digitalrechners ENIAC entwirft; gebaut von John Mauchley und John presper Eckert an der Moore School in Philadelphia. "Der hauptsächliche Speicherschaltkreis des ENIAC (‘remembering circuit’) ‘consists of an Eccles-Jordan trigger circuit or flip-flop" <zitiert Siegert 2003: 406, unter Bezug auf: Arthur W. Burks, Electronic Computing Circuits of the ENIAC, in: Proceedings of the I.R.E., August 1947, 757>. Kommentiert Siegert: "Erst das nur von der Geschwindigkeit der Elektronen in seiner Schaltfrequenz limitierte Eccles-Jordan-Flipflop, das serielle Additionen in 32 msec möglich machte, schuf die Bedingung der Möglichkeit, von der parallelen Architektur des ENIAC abzugehen und für seinen Nachfolger, den EDVAC, eine strikt serielle Datenprozessierung vorzusehen" <406>. "Because the EDVAC would be so much faster, smaller, and simpler than the ENIAC, the use of parallelism to gain speed was no longer needed and so it was decided to store numbers serially and process them serially. The guiding principle of EDVAC design was: One thing at a time, down to the last bit!"⁶ Damit korreliert die serielle Speicherung: "Storage in which time is one of the coordinates used to locate any given bit, character, or (especially) word" = Magrab / Blomquist 1971: 318

- vollzieht Turings Papiermaschine von 1936 neben Speicherung und Übertragung auch die Berechnung - und bezieht damit die Zahl ein, anders als Sigmund Freuds Buchstaben- und Bildfixierung es denken wollte (aber dann von Jacques Lacan im Namen reeller Zahlen für das Unbewußte weitergedacht wird)

"Daß <...> das Medium des Reellen in analogen Speichern zu suchen ist, zeigt jede Schallplatte. Was in ihre Rillen geritzt ist, kann unabbählbar viele verschiedene Zahlwerte annehmen, aber es bleibt Funktion einer einzigen reellen Variable, der Zeit" = Kittler 1991: 70, in Anlehnung an: Stephen W. Hawking, Eine kurze Geschichte der Zeit, Reinbek b. Hamburg (Rowohlt) 1988; sucht Turing-Maschine genau diese Zahlenebene zu approximieren

Ungleich "Speicher": Gedächtnisphänomenologie: Bergson

- konzipiert Henri Bergson ein bildliches Gedächtnismodell, nahe am Kino zwischen diskreter Bildzerstückelung und illusionärer Wahrnehmung als Bewegung; zentral für seine Gedächtnistheorie nicht das geordnete, gleichsam uhrwerkgetaktete Nacheinander, sondern Gleichzeitigkeit (nicht Synchronisation) unterschiedlichster Zeitformationen, vielfältig im Wahrnehmungsapparat aktualisierbar. "Die Koexistenz ist ein Modell der Nicht-Linearität, der versprengten Elemente, der falschen Gleichzeitigkeiten, der Ungleichzeitigkeit des Ganzen" = Heike Klippel, Gedächtnis und Kino, Basel / Frankfurt a. M. (Stroemfeld) 1997, 104; *diskontinuierliches technisches Handeln / Analysieren in Opposition zur Bergsonschen Zeit-als-Dauer*

Die Analyse medienarchäologisch tieferlegen: Technische Speicher,

⁶ William Aspray / Arthur Burks, Computer Architecture and Logical Design, in: Papers of John von Neumann on Computing and Computer Theory, hg. v. William Aspray / Arthur Burks, Camnbridge, Mass. / London / Los Angeles / San Francisco 1987, 5f <zitiert nach Siegert 2003: 406>

neurologisches Feedback

- "Aus der Idee des assoziativen Speichers <...> lassen sich <...> Eigenheiten des menschlichen Gedächtnisses erklären, die mit dem klassischen Speicherkonzept nicht plausibel gemacht werden können."⁷

- "Die Selbstbeobachtung lehrt <...>, daß alles, was uns zu Bewußtsein kommt, nicht im nächsten Augenblick (d. h. im nächsten subjektiven Zeitquant, also nach 1/16 sec. <...>) dem Bewußtsein wieder entschwindet, sondern daß es uns eine bestimmte Zeit T 'gegenwärtig' bleibt. Moles (1958, S. 100) nennt T 'Gegenwartsdauer' (durée de présence). Damit ist aber neben dem vorbewußten Gedächtnis eine zweite Speichervorrichtung aufgewiesen, die wegen der Kürze der durch sie ermöglichten Nachwirkung des Bewußtgewordenen 'Fluoreszenzgedächtnis' genannt wurde <...>. Moles spricht - 1959, S. 100 - von einer 'sorte de phosphorescence des perceptions immédiates')"⁸; dieses Bild entspringt unmittelbar der Williams Tube

"Im strengen Sinne handelt es sich nicht um ein Gedächtnis, sondern um einen Speicher, den wir <...> Kurzspeicher nannten. Da alles, was uns als Wahrnehmung gegenwärtig wird, und alles, was wir durch Rückruf aus dem vorbewußten Gedächtnis vergegenwärtigen, in diesen Kurzspeicher eintritt, könnten wir den Prozeß, auf dem er beruht, auch 'Gegenwärtigung' nennen" = Frank 1962: 90 - also Zeitgebung durch neurale oder technische Medienoperationen

- kulturwissenschaftliche Gedächtnis- und Erinnerungsforschung setzt zumeist auf der emphatischen Diskursebene an; demgegenüber verschiebt Medienaräologie den Blick auf die Mikrowelt der technischen und neuronalen Entstehungsbedingungen (von daher "arché") solcher Prozesse. Dem hier tut sich eine Welt im Kleinen auf, die an Dramatik in nichts den großen Erinnerungsprozessen nachsteht

- greift Husserl in seiner Diskussion der Gegenwartsdauer, also des Zeitfensters von aktueller Wahrnehmung. nicht von Ungefähr auf die sonische Wahrnehmung zurück: "Vielleicht ist es besser, das an einer Melodie zu exemplifizieren", schreibt er, "wo ja die Verhältnisse wesentlich analog liegen" <324> - weil sie im Wesentlichen im gleichen Medium, der Zeit, sich ereignen: "Der eben vergangene Ton, sofern er in die Präsenzzeit (in das aktuell anschauliche Stück der Melodie in dem ausgewählten Jetztpunkt) fällt, ist *noch bewußt*, aber nicht in dem Sinne, als ob er wirklich reell "empfunden", in der Weise eines Jetzt-Tones da wäre. Ein Jetzt-Ton, der dinglich als Jetzt dasteht, ist notwendig repräsentiert durch einen Jetzt-Ton-Inhalt, der ebenfalls als Jetzt charakterisiert ist. Der noch lebendige, "noch" im Blick des Zeitanschauens stehende Ton ist nicht mehr, und was zu seiner Erscheinung gehört, ist nicht "Ton-Empfindung" <Helmholtz!> (ein aktuelles Jetzt), sondern "Nachklang" der Empfindung, eine Modifikation, die kein primärer Inhalt im aktuellen Sinn mehr ist (kein immanentes Ton-Jetzt), sondern etwas Modifiziertes: ein Bewußtsein vergangener Empfindung. Darin ist aber kein wirklicher Ton zu finden, sondern Ton-Gewesenes" = Husserl, Phänomenologie der inneren Zeitwahrnehmung, Ausgabe xxx, 324; findet Husserl für diesen temporalen Mechanismus, für diese Dynamik, den Begriff der Retention: eine Transformation von Erinnerung in die Erinnerung von

7 See Eike Jessen, *Assoziative Speicherung*, Braunschweig (Vieweg) 1965, 20

8 Helmar Frank, *Kybernetische Grundlagen der Pädagogik. Eine Einführung in die Informationspsychologie und ihre philosophischen, mathematischen und physiologischen Grundlagen*, Baden-Baden (Agis) / Paris (Gauthier) 1962, 90

Erinnerung, "und das stetig, d. h. es ist ein *stetiges Kontinuum der 'Erinnerung' Retention*) derart, daß jeder spätere Punkt Erinnerung, Retention ist für jeden früheren" = Ausgabe xxx: 326. Um hier nicht in die Apriorien sprachlicher Diskurse zu verfallen, schaltet Husserl um auf die Sprache der Mathematik: "Wie kann *dasselbe* Phänomen *Erinnerung an t_0* und *Erinnerung an die Erinnerung von t_0* sein?" <Ausgabe xxx: 329>. Solche Zeitpunkte trägt Husserls dann ausdrücklich als "Einsatzpunkt des Tons" und als "Tonpunkt"e in ein Zeitdiagramm ein <Diagramme ebd., 330f>. "Und so hat die ganze Ordinate $t_1 - t_{0/1}$ eine Verschiebung, d. i. eine Modifikation erfahren <nach> $t_{1/2} - t_{0/2}$ " <330>. So vermag ein aktueller Ton in der Wahrnehmung gleichzeitig zu sein mit der Erinnerung seiner unmittelbaren Vergangenheit - das Geheimnis der Melodie

- verhält es sich anders mit dem photographische Dagewesensein (definiert von Roland Barthes in *Die helle Kammer*), mit dem filmischen (optischen) Nachbild, analysiert schon in Goethes *Farbenlehre* (als positiv/negativ-Umkehrung des Farbeindrucks), oder im Nachleuchten eines Kathodenstrahlpunkts auf der Phosphorschicht einer Kathodenstrahl-Bildröhre (Oszilloskop, Speicherbildröhre im Computer), wo der Lichteindruck tatsächlich erst allmählich verklingt, also energetisch real nachwirkt

- vermag Licht, obgleich flüchtig und von daher eher die Übertragung denn die Speicherung von Information privilegierend, als Holographie Daten parallel zu speichern, quasi als Bild (wie es die Digitalkamera mit gleichzeitiger Lichtübersetzung in Pixelmatrizen leistet) - die Rückkehr von Lessings "Bild"-Begriff (koexistente Punkte im Raum). Nicht ein Bild wird hier gespeichert, sondern seine Phasenverschiebungen

Was waren Medien? Richard Wagner antwortet

- kommentiert der Chorin Richard Wagners Musikdrama *Götterdämmerung* aus dem *off* den Moment, als Hagen sich anschickt, den ahnungslosen Siegfried inmitten des Naturidylls mit dem Speer auf seine einzig verwundbare Stelle am Schulterblatt zu treffen. Wir vernehmen: "Hagen, was tust Du?" Dann Stille, in der nicht hörbar, aber als Handlung Hagen den tödlichen Stoß gegen den jungen Helden ausgeführt hat. Darauf erneut der Chor aus dem *off*: "Was tatest Du?" Aus der Sicht des *recording medium* ist die eine lautliche Artikulation ebenso zeitinvariant wie die andere, reduziert auf den schlichten Unterschied von "u" zu "a" ("was tust Du" / "was tatest Du"), der an sich noch keine Zeit beinhaltet. Allein kognitiv - also sprachlich, grammatisch - ist damit der Unterschied zwischen Präsens und Präteritum, Gegenwart und Vergangenheit gesagt - ein zunächst unmedialer Vorgang, der aber durch die zeitliche Sukzession in der Rille der Platte, also durch das Zeitvergehen, aus dem räumlichen Intervall eine zeitliche Pause, ein Dazwischen, einen Mediovorgang im Zeitkanal vollzieht. "Tust Du" und "tatest Du" sind zunächst (im Sinne Lessings 1766) nur nebeneinanderliegende Eingravierungen, Wellenformen in Vinyl, haben also im reinen Speichermedienzustand nur die Form einer räumlichen Nebeneinanderordnung. Erst durch das Medium *im Vollzug* (womit die Speichermaterie recht eigentlich erst zum Medium im wohldefinierten Sinne wird) verwandelt sich qua Winkeldrehung (das Kreisen der Schallplatte) dieses räumliche Nebeneinander in einzeitliches

Nacheinander. Um hier noch einmal Lessing zu bemühen: Aus dem Speicher**bild** (Koexistenz von Teilen im Raum) wird quasi Medien**poesie** (Sukzession). Pures Zeitvergehen, im Spiel mit der Rotation des Speichermediums Platte (Rille, "Spur"), macht aus Gegenwart Vergangenheit - eine differentiale Verschränkung von Zeit als Maßzahl von Bewegung (Aristoteles)

- "Daß <...> das Medium des Reellen in analogen Speichern zu suchen ist, zeigt jede Schallplatte. Was in ihre Rillen geritzt ist, kann unabbählbar viele verschiedene Zahlwerte annehmen, aber es bleibt Funktion einer einzigen reellen Variable, der Zeit."⁹

- "Die Lichtung ist das Zwischen und Inzwischen" (Heidegger); hier konvergieren der räumliche und der zentrale (im Sinne Shannons "mediale") Kanal, doch nicht ontologisch, sondern operativ - das Wesen elektronischer Medien

Mit Lessing: simultane und sukzessive Verfahren der Speicherung

- hat G. E. Lessing 1766 in seinem Traktat *Laokoon oder Über die Grenzen der Malerei und Poesie* durch die Unterscheidung raumbasierter und zeitbasierter Künste im Bruch mit der antiken Rhetorik (Paragone der Künste als *ut pictura poiesis*) eine erste mediensemiotische Ästhetik verfaßt.; Ausgabe Stuttgart (Reclam) 1987, mit e. Nachw. v. Ingrid Kreuzer; die von Lessing definierte Unterscheidung als Fragestellung (wenngleich unter verkehrten Vorzeichen) auch für die intermediale Analyse technischer Speicher produktiv, die sich ebenso in simultane und sukzessive Verfahren spalten - diese Unterscheidung aber am Ende in einer operativen, differentialen Verschränkung *aufheben* und damit ein "synthetisches Gedächtnis" frei nach Hegel bilden

- Karlheinz Stierle, "Das bequeme Verhältnis: Lessings *Laokoon* und die Entdeckung des ästhetischen Mediums", in: Gunter Gebauer (Hg.), *Das Laokoon-Projekt*, Stuttgart (Metzler) 1984

- "Allein sie brauchen ganz verschiedene Mittel zu ihrer Nachahmung, und aus dieser Verschiedenheit fließe die besonder Regeln für eine jede"; das Medienformat also macht die Differenz. Mit "Mittel" aber meint Lessing nicht die Materialität, sondern die *modi* der Medien

- *Paralipomena* zum Laokoon (zum ersten Teil), <1.>, über die Differenz von Malerei und Poesie: "Es ist wahr, beides sind nachahmende Künste; und sie haben alle die Regeln gemein, welche aus dem Begriffe der Nachahmung folgern" zitiert nach Barner 1990, 209

- alphanumerische Speichermedien ahmen nicht mehr menschliches Gedächtnis nach, sondern setzen *memory* nach eigenem Recht; *Speicherprogrammierbarkeit* seit Babbages Entwurf einer Analytical Engine, sowie von Neumann, ein dynamisiertes Archiv, Feedback, Rekursion

- gerinnt das Präfix "re-" zur Signatur der Jahrtausendwende. Unter dem Titel *Consciousnes reframed* veranstaltete Roy Ascott in Wales eine Konferenz im

⁹ Kittler 1991: 70, in Anlehnung an: Stephen W. Hawking, *Eine kurze Geschichte der Zeit*, Reinbek b. Hamburg (Rowohlt) 1988

Spätsommer 2000; und die Themenbereiche der kreativ-kommerziellen Konferenz *Berlin Beta 3.0* standen, fast zeitgleich, unter Titeln wie "Re:build, Re:frame, Re:invent", worin ein Kritiker ein Zeichen für die Unsicherheit angesichts der *new economy* sieht, nach frühen Zusammenbrüchen erster Visionen: "also das Ganze noch mal von vorn"¹⁰; permanente, latente Re-Aktivierbarkeit der Speicher: "Re:load"; nicht mehr im Sinne eines emphatischen Gedächtnisbegriffs, sondern als Feedback-Operation, vertraut aus den Masken der aktuellen E-Mail-Programme, wo das "Re:" in der Betreff-Zeile schlicht die Antwort / *response* markiert

- gerinnt emphatischer Gedächtnisbegriff im Kontext signalverarbeitender Medien zur bloßen Metapher; treten an die Stelle der Unterscheidung von zeit- und raumbasierten Medien zeitkritische Operationen - mithin Prozesse, in denen kleinste zeitliche Momente der Synchronisation und Sukzession entscheidend für den Gesamtverlauf sind

- Konsequenzen für einen nicht-historischen Zeit- und Gedächtnisbegriff.

- sieht Lessing Bild und Gedicht im Konflikt, sobald Poesie zu beschreiben versucht, also "das Coexistierende des Körpers mit dem Consecutiven der Rede <...> in Collision kommt " = Lessing, *Laokoon*, § IX

- überspielt Lessing die Diskretheit des Moduls / Fragments durch die narrative Prolepse, synekdochisch ebenso wie als zeitkritischer neuronaler Prozeß und Sakkadenbewegung im physiologischen Akt des Lesens beschreibbar / *eye-tracking*: "Wie gelangen wir zu der deutlichen Vorstellung eines Dinges im Raume? Erst betrachten wir die Theile desselben einzeln, hierauf die Verbindung dieser Theile, und endlich das Ganze. Unsere Sinne verrichten diese verschiedenen Operationen mit einer so erstaunlichen Schnelligkeit, daß sie uns nur eine einzige zu seyn bedünken" = Lessing 1766, § IX; Effekt Film: 24 Bilder/sek.; oder noch naheliegender: Das Fernsehbild, zusammengesetzt zum Bildeindruck aus Einzelzeilen; vollends Computergraphik. Hier zieht zur Erzielung einer deutlichen Vorstellung eines Dinges im Raum ausgerechnet eine konsekutive Literatur die Fäden, allerdings eine alpha-numerische, und zwar so schnell, daß sie von Menschen unbemerkt bleibt

- erledigt sich unter neuroinformatischer Sicht emphatischer Gedächtnisbegriff zugunsten von Funktionen *zeitkritischer Prozesse* (wie sie die frühe, heroische Kybernetik in ihrer Emphase der Analogie von Nervenfeuerung und Elektronenrechner betont)

Ein zwiespältiges Speichermedium: der Tonfilm

- stellt die Londoner *Times* am 24. September 1921 das Lichttonverfahren des Ingenieurs Sven Aason Berglund unter dem Titel "Film-Photophon" vor¹¹; der

10 Sebastian Handke, Bullshitting-Alarm, in: die tageszeitung <Berlin>, 5. September 2000, 23

11 Dazu Frank Bell, Der Lichtton und seine Geschichte. Erfinder und Erfindungen - 120 Jahre "Tönendes Licht", in: Joachim Polzer (Hg.), *Weltwudner der Kinematographie. Beiträge zu einer Kulturgeschichte der Filmtechnik* (Ausgabe 6), Potsdam (Polzer Media Group) 2002, 113- (123)

Untertitel lautet: "Rede und Handlung synchronisiert". Der "Synchronismus" (ein von Siegfried Kracauer geprägter Begriff) koppelt damit technologisch, was Lessing 1766 aus ästhetischen Gründen noch ausdrücklich zu entkoppeln entkoppeln sucht

- Rudolf Arnheims Veto gegen den Tonfilm ausdrücklich unter dem Titel "Towards a New Laokoon" = Rudolf Arnheim, Neuer Laokoon. Die Verkopplung der künstlerischen Mittel, untersucht anlässlich des Sprechfilms, in: ders., Die Seele in der Silberschicht. Medientheoretische Texte. Photographie - Film - Rundfunk, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 2004, xxx-xxx

- Verfahren zur Synchronisation von Notation und Musik (Blums Musik-Chronometer; Michael Wedel, Vom Synchronismus zur Synchronisation, in: xxx, 99 ff.

- "Der Film <...> hat einen neuen <...> Zeitbegriff geschaffen, als dessen Kardinaleigenschaften die Simultaneität und die Verräumlichung der Zeit gelten können. Somit hat der Film die von Laokoon <sc. Lessing> vorgenommene Einteilung der Künste in räumlich und zeitlich wirkende aufgehoben" = Walter Hagenbüchle, Narrative Strukturen in Literatur und Film, Bern u. a. (Lang) 1991), 93 - und zwar *als* Speichermedium; Zelluloid (oder Festplatten heute) unhintergebar

Zum numerischen Raum wird hier die Klangzeit: Fourier-analyalisierte Welt

- zeitgleich zu Jacquard bekommt Fourier in Paris das musikalische und sprachliche Äquivalent zum Bild, den bislang kulturell enigmatischen Klang, in den numerischen Griff, indem die nach ihm fortan benannte Analyse die Transformation dieses zeitlichen Ereignisses in die Frequenzebene ermöglicht und auf einen Blick damit das Klangbild als Frequenzverteilung seiner Elemente (der Grund- und Oberschwingungen) sichtbar macht

- gegeben als Definition von *Signal*: "the variation *through time* <meine Kursivierung> 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"¹²

- Signale, also *zeitliche* Ereignisse, werden nach technomatematischer Analyse im rechnenden *Raum* aufhebbar - eine überraschende Wendung von Lessings *Laokoon*-Theorem

- Grenze analoger Wellenformen zum abrupt Digitalen bedeutet nahezu (approximativ) fast-Verräumlichung dieser zeitlichen Wesen namens Signale: "Logische Signale sind dadurch gekennzeichnet, dass sie nur zwei signifikante Werte annehmen können, welche konventionell mit "logisch null" und "logisch eins" bezeichnet werden. Welche physikalischen Größen diesen logischen Werten zugeordnet sind, ist systemabhängig" = xxx, 239

¹² Edward B. Magrab / Donald S. Blomquist, The Measurement of Time-Varying Phenomena, New York et al. (Wiley) 1971, 1

- Beendet der alphanumerische Code den traditionellen Gedächtnis-Paragone, weil es dessen Phänomenologie durch ästhetische Indifferenz mit reiner Logik unterläuft?

- hat Kulturdurch Fourier-Analyse das Klang-Ereignis in den numerischen Griff bekommen, indem sie eine Analyse des zeitlichen Ereignisses Klang auf der Frequenzebene ermöglicht und auf einen Blick, als Klangbild, sichtbar macht. Signale, also zeitlichen Ereignisse, werden so im Raum archivierbar - Lessings *Laokoon*-Theorem von 1766 in überraschender Form. Gesang und Sprache werden so zählbar macht, das "Alpha" sozusagen numerisiert. Von daher das die Motivwahl auf dem Buchumschlag des Buchs *Die Geburt des Vokalalphabets auf dem Geist der Poesie*; hier sehen wir einerseits eines der frühesten (hexametrischen, also noch der oralen Poesie zugehörigen) Schriftzeugnisse im Vokalalphabet, aber unterlegt mit dem Spektrogramm derselben geschriebenen Worte in Altgriechisch, gelesen und gesprochen vom maßgeblichen Erforscher des Zusammenhangs von Homer und Vokalalphabet, dem Altphilologen Barry Powell: Buchumschlagsmotiv zu W. E. / Friedrich Kittler (Hg.), *Der Ursprung des Vokalalphabets aus dem Geist der Poesie*, München (Fink) 2006; Untertitel des Buches lautet "Schrift, Zahl und Ton im Medienverbund", denn Zahlen, also Numerik ist es, die hier der Musikalität des phonetischen Alphabets auf die Spur kommt

Prozessualisierung der Bilder

- scheint gerade die Abwesenheit des Speicher-Denkens, nämlich die Tatsache, daß die grundlegende und notwendige Funktion der Speicherung in Shannons Informationstheorie der Kommunikation gar nicht vorkommt, darauf hinzuweisen, daß sich die Funktion Speicherung in der Mathematik der Code-Optimierung erschöpft und daß es ein Indiz unserer historischen Lage ist, wenn alle Medien als Übertragungsmedien und nicht als bloße Speichermedien definiert werden = Friedrich Kittler, *Optische Medien. Berliner Vorlesung 1999*, Berlin (Merve) 2002, 47

- "Doch sind Übertragungs- und Speichermedien nicht schlicht zwei Grenzwerte ein und desselben Kanalprozesses. Bei der Signalübertragung - Heaviside hat es für Telegraphiekabel berechnet - wird nämlich zwischen Signalen und physikalischem Kanal selbst ein induktiver Effekt erzeugt" = Kittler, *Optische Medien*, wie es bei residenten, gespeicherten Signalen - etwa dem Buchdruck - so gut wie nicht geschieht, vom peripherer Entropie zwischen Druckschrift und Papier einmal abgesehen, das miteinander mit der Zeit verwechselt, verschmiert - also doch auch ein Grenzwert jener Induktion? Der Trick der Rundfunkmedien: den Kanal, auf dem die Signale übertragen werden, selbst zu erzeugen, als HF - Datenspeicherung, aus nachrichtentheoretischer Sicht, nur ein Grenzwert der allgemeinen Datenübertragung

- "new media"-Gedächtnisse in einem Status des *double-bind*; das Verhältnis von Bild(raum) und Erzählzeit ist nicht das zweier alternativer Existenzweisen, sondern eines von Latenz und Prozessualisierung (analog wie digital als *data processing*); im Vollzug (wenn also aus einem passiven Speicher, einem Datenträger, überhaupt erst ein Medium wird), findet eine Verzeitlichung statt, durch strikt sequentielle Verarbeitung der koexistent vorliegenden Daten,

mithin also ein Differenzieren nach der Zeit, insofern diese vorliegenden Daten in eine Funktion der Zeitachse verwandelt werden. Was Leibniz und Newton als Ininitesimalrechnung zu analytischen Zwecken ins Werk setzten (mathematische Analysis), wird hier synthetisch aktiv

- wird diese Verschränkung komplexer im Sprung von s/w zu Farbfernsehen. Nachrichtenübertragung, sofern sie (vorläufig) ohne jede Semantik gedacht wird, kann in verschiedenen Aggregatzuständen vorliegen, die jeweils in bestimmten Epochen von Medien als historische Epochen (etwa das von McLuhan definierte "Gutenbergzeitalter") zum Zug kamen: "eine Sequenz von Buchstaben wie in Büchern oder auch in Telegraphensystemen, eine einzige in der Zeit veränderliche Größe wie die Sprach- oder Musikschwingungen im Radio und auf Schallplatte (wenn sie von den zwei Variablen der Stereophonie einmal absehen) und schließlich in einem denkbar komplexen Fall wie dem Farbfernsehen kann die Nachricht ein ganzes Sammelsurium in mehreren Dimensionen zugleich des Raums und der Zeit sein. Um ein einziges Farbbild zu sehen, müssen gleichzeitig mit der einer Zeitdimension des Tons die zwei Raumdimensionen eines Rotwerts, eines Blauwerts, eines Grünwerts und eines Helligkeitswertes übertragen werden" = Kittler, Optische Medien, Berlin xxx

Dynamische Verschränkung von Zeit und Raum: Wolken auf Meteo Disc

- Ableitung der Schallplatte eskaliert in der Bildplatte, deren Abruf zwei Dinge integriert, die für Lessing kategorial getrennt bleiben: "Die Bildplatte steht im Verhältnis zum Videoband wie die Fest- oder Wechselplatte eines Computers zum Computerband" = Christian Zick, Freie Universität Berlin (ZEAM), "Meteo Disc - Die analoge Bildplatte als Archiv für Wolkenbewegungsszenen", Begleitheft zur Laser-Disc *Meteo Disc*, produziert von der FU Berlin (ZEAM) 1991, unter der Leitung von Günter Warnecke (Institut für Meteorologie, Fachbereich Geowissenschaften), gerade weil sie eine Verräumlichung der sequentiellen Speicher darstellt. "Sie ist dem Video verwandt, jedoch ein Träger speziell für *interaktiv* zu verarbeitende Mengen von Bewegt- und Einzelbildern." Der punktweise, gezielte, adressierbare Zugriff auf Bildsequenzen (wie dann auch beim digitalen Videoschnitt im Unterschied zum umständlichen Abrollen des Bandes gemäß dem externen Time-Code des analogen Videorekorders) bedeutet eine Rückverräumlichung, Ver"bild"lichung zeitbasierter Prozesse

- ließen sich auf solch einer Bildplatte (Video-Laser-Platte, Laser Disc, Video Disc) pro Seite 55.500 Bilder oder 37 Minuten Film speichern - je als räumliche Datenmenge oder zeitlich ausgedrückt; operiert analog zu den Magnetspeicherplatten (wie von IBM für Computer entwickelt)

- technisch standardisiert in zwei Formaten: CLV (constant linear velocity), "gut für Spielfilme" (Zick); demgegenüber CAV (constant angular velocity) für den interaktiven Zugriff; Abtastung geschieht berührungsfrei durch Laserstrahl wie bei der Audio-CD; die Schrift sieht aus wie Telegraphie, *dots* und *dashes*

- "Das Signal entsteht aus einer Reihe von Vertiefungen (Pits) in der jeweiligen Spur. Aus der Kombination von Videosignal und Audiosignal entsteht ein Summensignal" - gleich der NF-Modulation eines HF-Trägers -, "aus dem ein Rechteck-Signal für die Erzeugung der Pits auf der Platte entsteht" - der geradezu physikale Sprung zum Digitalen: "also ein analoges Signal, auch

wenn der Wechsel von Oberfläche zu Vertiefung einer digitalen Struktur ähnelt" (Zick). Die Ausdehnung der Tiefung (positiv) und die Ausdehnung der Zwischenräume auf der Oberfläche (negativ) stellen dabei zwei Intervalle, kleinste Zeitdehnungen dar, die gerade nicht gleich getaktet sind, sondern über eine jeweils eigene Ausdehnung verfügen; aus beiden Werten läßt sich dann die Amplitude des Summensignals rekonstruieren.

Eine Plattenseite hat 55.000 Spuren, die mit 1500 Umdrehungen pro Minute gelesen werden. Die Anordnung der Spuren auf der CAV-Platte (jeder Kreis je zur Hälfte ein Video-Halbbild) erlaubt es, innerhalb der Austastslücken von einem Bild zum nächsten oder zum vorigen zu springen, "sodaß unbegrenztes Standbild, Einzelbildschaltung, Vorwärts- und Rückwärtsabspielen und Schnellsuchlauf bildstörungsfrei ablaufen" = Zick

"Die digitale Numerierung jedes Bildes und die Kapitel-Strukturierung einer Platte ermöglichen einen sekundenschnellen Zugriff auf Bilder oder Kapitel", kombiniert mit einem einprogrammierten Stop-Code.

Die dynamische Verschränkung von Zeit und Raum, angemessen für die Analyse dynamischer Objekte (Wolken), generiert überhaupt erst dieses meteorologische Wissen: "Bewegungssequenzen aus Satellitenbildsequenzen zeigen generell die zeitliche und räumliche Variation von Mustern, die sich aus Bildung, Wachstum, strukturellen Veränderungen, Verlagerung und Auflösung von Wolken, Wolkensystemen, thermischen oder Wasserdampf-Strukturen oder aus Eis ergeben" (Zick) - Phasenverschiebung.

Schon die Aneinanderreihung von 2 Bildern gibt eine Sequenz, die minimalste Form von Bewegungseffekt - bis hin zur maximalen Länge von 55.500 Bildern (konkret auf Meteo Disk längste Sequenzen 2000 Bilder lang).

"Meteo Disc zeigt exemplarische Wetterlagen und -phänomene" (Zick).

Nahe dem chronophotographischen Ursprung der Kinematographie und jener Bewegungssillusion, die Henri Bergson dann als analytische Verfehlung der Zeit (als Dauer) schon wieder kritisiert;

vgl. Goethes Kritik an Newtons analytischer Zerlegung des Lichts in seine Farbspektren (*Farbenlehre*).

- METEOSAT-Sequenz von 100 Bildern entsprechen 4 Sekunden linearer Abspieldauer; bei halbstündlichen Bild(aufnahme)intervallen werden damit 2 Tage Wetter in Zeitraffung dargeboten. Solche Sequenzen sind dann mit den verschiedenen Optionen der *time axis manipulation* im Detail analysierbar, etwa in Loops

- jede Bildsequenz an Anfang und Ende mit einem Stop-Code versehen; kann schon mit analoger Steuertaste der Zeitverlauf umgekehrt werden

- Reversibilität Newtonscher Zeit; Norbert Wieners Argument der Wolke als Unterlaufen derselben im Namen Bergsons

- läßt sich die Bildplatte über die serielle Schnittstelle RS 232 zudem durch PC

steuern und mit digitalen Datenbanken verbinden

- ist das auf Bildplatte gespeicherte Signal einerseits mit einem Videosignal identisch, kann also auf Video umkopiert werden; andererseits erlaubt es den Anschluß an digitale Verarbeitung. Einmal digital verarbeitet, können etwa Farb-Kontrastverstärkungen eingeführt werden

- entwickelt dafür von Brian Toussaint ZEAMDISC, ein Programm (in Prolog-Syntax) zur digitalen Steuerung der Wetterbilder, etwa zur Suche nach Datum / Uhrzeit der jeweiligen Bilder; dafür notwendig: Sony-Bildplattenspieler mit Schnittstelle; allzu schnelle Rechner "müssen unter 12 Mhz heruntergetaktet werden können" (Zick)

Stiefkind des Gedächtnis-Paragone: Akustische Archäologie

- ist das akustische Gedächtnis der drastisch vom *iconic turn* verdrängte Sinn im Gedächtnis-Paragone; tut eine Archäologie des akustischen Gedächtnisses der Kultur not; These lautet, daß das Akustische unter allen Gedächtnissinnen am Meisten am Realen, am Wenigsten am Symbolischen oder gar Imaginären haftet, wie es das Motiv des Gesangs der Sirenen in Homers *Odyssee* und ihre seit 2500 Jahren mit an Gewißheit grenzender Lokalisierung am Ort der Li Galli-Inseln vor der süditalienischen Amalfi-Küste nahelegt

Unerhört: Akustische Verzögerungsspeicher

- stehen technologische Medien dem Akustischen deshalb näher als der Musik, weil sie im anaisthetisches Feld operieren und am Klang das "wahrnehmen", was gerade nicht hörbar ist. Genau dies war die Funktion "sonischer" Verzögerungsspeicher in frühen Computern.

- auf Ars Electronica in Linz 2006 ein Medienkunstwerk ausgestellt, das die frühen akustischen Verzögerungsspeicher des Computers als ästhetisches und aisthetisches, d. h. tatsächlich nicht nur seh- und lesbares, sondern auch hörbares Objekt erfahren läßt - ein konkreter medienarchäologischer Sonik-Einsatz. *Sonifizierung* ist der aktiv gewendet Begriff von Sonik als Operation, die genuin erst im elektronischen Raum (und nicht schon im "Klang"raum von Kulturtechniken) möglich ist. Der Witz daran ist, daß die Akustik hier nicht als Hörbare, sondern als Laufzeit die entscheidende Rolle spielt.

- *re-entry* des Sonischen gelingt durch Sonifizierung, wie in der Installation *Hello, World!* (2004/05) von Yunchul Kim <www.khm.de/~tre> auf der Ars Electronica in Linz, September 2006: ein buchstäblicher "closed circuit", doch nicht mehr als Videoinstallation, sondern als Computer. Im Zentrum steht hier ein 246m langes Kupferrohr, in dem Daten als akustische Signale zirkulieren; das Begleitblatt erklärte: "Zeichen aus dem Rechner werden als modulierte Wellen in das Röhrensystem geleitet, temporär gespeichert und am Ende mit einer Zeitverzögerung von 0,8 Sekunden von einem Mikrofon aufgenommen, decodiert und wieder an den Computer bzw. an einen Monitor geleitet. Der Kreislauf beginnt von Neuem, angereichert mit Klängen der Installationsumgebung" - hier der Unterschied zur technischen *delay line*.

- Akustik diesseits der Hörbarkeit, nicht an menschliche Ohren adressiert: Im Verzögerungsspeicher formieren sich Bit-Ketten (als "Worte" etwa) zum quasi-Klang. Damit wird der Stellenwert des Menschen in der Sonosphäre neu positioniert: nur noch am Rande, nicht mehr im Zentrum (denn dieser Anthropozentrismus wäre die kulturelle / kulturwissenschaftliche Sicht)

Gedächtnis als zeitkritische Funktion (Neuroinformatik)

- "Als zeitlicher Vorgang stellt das Fernsehen die Wanderungen eines flimmernen, sinnlosen Leuchtpunkts dar, dessen räumliche Audehnung sich als eine Illusion herausstellt, die ihrerseits auf der Trägheit unseres Wahrnehmungsapparats beruht. Aber gerade diese Trägheit ist es, was die Beschränkung des Zeitmoments, des *punctum temporis*, überwindet und durch das Wunder des Gedächtnisses eine sinnvolle Konfiguration erzeugt" = Ernst Gombrich, Der fruchtbare Moment. Vom Zeitelement in der bildenden Kunst, in: ders., Bild und Auge. Neue Studien zur Psychologie der bildlichen Darstellung, a. d. Eng. v. Lisbeth Gombrich [*1082], Stuttgart (Klett-Kotta) 1984, 40-61 (46); "sinnlos" dieser Leuchtpunkt insofern, als daß er nicht mehr dem symbolischen Regime des Formats "Bild" angehört und keinerlei ikonologischen Wert transportiert, sondern vielmehr ein wenn nicht a-, dann doch para-signifikantes Strömen (modulierter Lichtstrahl) darstellt (denn das Aufleuchten und Ableuchten des Lichtpunkts, zeilenweise, ist durchaus nicht arbiträr, sondern eine Funktion der Bildvorlage)

- durchquert ein Lichtpunkt in einer Fünftelsekunde den Bildschirm 426mal mit einer Geschwindigkeit von ca. 11.000 km die Stunde

- Augustin zufolge überhaupt nur meßbar als "etwas, was sich meinem Gedächtnis eingeprägt hat", etwa lange oder kurze Silben in der Poesie <zitiert nach Gombrich 1984: 46>. Das gilt auch für das Rezitieren eines Psalms: "Bevor ich anfangen, richtet sich meine Erwartung über das Ganze. Wenn ich aber begonnen habe, dann fällt das, was ich davon vortrage, als Veranagenheit meinem Gedächtnis anheim und die Dauer dieser meiner Tätigkeit zerteilt sich in das Gedächtnis dessen, was ich gesagt habe, und in die Erwartung dessen, was ich noch sagen werde" = Augustin, zitiert ebd., 46 f.; Husserls Begriff von Pro-/Retention

- Gombrich nennt zum einen "den physiologischen Prozeß, der optische und akustische Eindrücke einen kurzen Moment weiter wirken läßt, nachdem der eigentliche Reiz vorbei ist"; dazu tritt jedoch "eine andere Art von Fortbestehen oder Nachklingen, die man auch als unmittelbares Gedächtnis, Resonanzgedächtnis, primäre Retention oder Echo-Gedächtnis bezeichnen kann <...> eine Gedächtnisspur, die schnell vergeht" = Gombrich 1984: 47; entspricht auf speichermaterieller Ebene die Williams-Röhre, und auf operativer Ebene der modellhafte Vergleich von Elektronenrechner und neuronalen Synapsen

Speicher im Computer, zeitkritisch

- aus der Archiv- und Aktenkunde (Alt-)Registraturen als das Dazwischen von laufenden Behördenakten und archivischer Endlagerung vertraut; meinen in digitalen Rechnern *Register* "Speicher geringer Kapazität und kurzer Zugriffszeit <...> zur *vorübergehenden* Speicherung von Informationen"

<Conrad 1982: 294>; in besonderem Maße reagiert darauf Programmieren in Assembler, zugespitzt auf zeitkritische Optimierung von Algorithmen

- werden techno-mathematische Speicher flüchtig, in Richtung des Wesens der Elektrizität selbst; gleichzeitig wird die emphatische Vorstellung des Speichers (der noch Sigmund Freud für das Gedächtnis anhing) nicht nur in der Neurobiologie, sondern auch in der Informatik ersetzt durch fraktale Algorithmen, die das Objekt jeweils neu hervorbringen (geschuldet der Notwendigkeit zu massiver Datenkompressionen, für Töne und Bilder, in Übertragung und Verarbeitung von *streaming media* in Netzen, telephonisch und als WWW). Einem Satz von Poincaré zufolge ist die Ordnung der Elemente in der Mathematik wichtiger als die Elemente selbst (Ästhetik der Algebra, vertraut auch aus einer Diskursanalyse, die auch Relationen zwischen Objekten eher schaut denn auf die singulären Objekte). "Das Gespür für diese Ordnung macht den Mathematiker aus; wer es besitzt, kann einen Beweis reproduzieren, ohne sein Gedächtnis anzustrengen"¹³ - eine mathematische Maschinisierung des Gedächtnisses

- eröffnen im Unterschied zum emphatischen Gedächtnisbegriff (gar "kulturelles Gedächtnis" auf der Makroebene "historischer" Zeit) elektrotechnische Medien eine Mikrowelt kleinster Speicher, deren Kennzeichen es ist, daß sie zunehmend im zeitkritischen Bereich operieren - und damit die Grenzen zwischen dem Zeitfenster der Gegenwart ("Echtzeit") und Vergangenheit schwinden, das Differenz-Intervall zwischen Gegenwart und Vergangenheit schrumpft - zumal in der von-Neumann-Architektur des Computers, deren Charakteristikum es ist, speicherprogrammierbar zu sein und damit bei laufendem Input an Daten sein Programm selbstständig modifizieren zu können. Einmal so wahrgenommen, schärft sich auch der Blick auf neuronale Gedächtnisfunktionen als zeitkritischen Prozessen

- "Speicher: Einrichtung zum Bewahren von Informationen, die mit kontinuierlichen veränderbarer Amplitude auftreten (Analog-S., z. B. Magnetbandgerät, Schallplatte), oder als binäre Zeichen in Digitalrechenautomaten (Arbeits- bzw. externe S. <...>) verarbeitet werden (Digital-S.). Wichtige Kenngrößen digitaler S. sind die S.kapazität, d. h. das Fassungsvermögen des S., angegeben in bit, Zeichen oder Wörtern, und die Zugriffszeit, d. h. die Zeit zwischen dem Abrufen einer Information und ihrem Erscheinen am Ausgang."¹⁴

Krapp's Last Tape

- mediendramatische, also makrozeitliche Dimension der Zugriffszeit führt Samuel Beckett in seinem Einakter *Krapp's Last Tape* ein: Der gealterte, vereinsamte Krapp reagiert hier auf das Tonband-Tagebuch vergangener Jahre.

13 Herbert Breger, Know-how in der Mathematik. Mit einer Nutzanwendung auf die unendlich kleinen Größen, in: Detlef D. Spalt (Hg.), Rechnen mit dem Unendlichen, Basel et al. (Birkhäuser) 1990, 43-58 (50) [unter Verweis auf Poincaré 1914, 38f]

14 Walter Conrad, BI-Taschenlexikon Elektronik - Funktechnik, Leipzig (VEB Bibliographisches Institut) 1982, 327-330

Heute liest sich der Titel mit einer medienarchäologischen Tragik: "Das letzte Band" gilt für eine Gegenwart, in welcher (Ton)Bandspeicher fast vollständig durch Halbleiterspeicher ersetzt sind. Hier dreht sich keine Spule mehr ("spool" ist das Wort, das Krapp mehrmals genüßlich artikuliert).

- steht das Tonband für den Gewinn ein "Zeitsouveränität" (Siegfried Zielinski), wie sie - lange vor dem Videorecorder - gegenüber dem technologisch angelegten *live*-Diktat des Rundfunks durch das Δt der elektromagnetischen Radioaufzeichnung möglich wurde. Es geht hier nicht primär um endarchivische Speicherung, sondern um eine Ausweitung des Gegenwartsfensters, eine dilatorische Gegenwart: "Heute ist es ja allgemein üblich, die Rundfunkdarbietungen zunächst mit dem Magnetongerät aufzunehmen, damit sie dann zu beliebiger Zeit über die Sender zu Gehör gebracht werden können", heißt es in einem Fachbuch von 1954.¹⁵

- Dilation von "Gegenwart" auf beiden Seiten: Unter der Hand ist damit eine Verunsicherung des menschlichen Gegenwartssinns (zeitlich wie ontologisch) verbunden - eine Ausweitung der Sirenen-Interpretation Maurice Blanchots auf den Begriff von (körperlicher) Präsenz. "Ob eine Originalsendung oder eine Bandwiedergabe über den Sender ausgestrahlt wird, ist heute nicht mehr zu unterscheiden" <ebd.>, wie schon im Zweiten Weltkrieg englische Funkabhörung sind wunderte, daß das deutsche Radio auch nachts Programm produzierte - was *de facto* bereits die Sendung von Tonbandaufnahmen im (zunächst nur in Deutschland bekannten) Hochfrequenz-Vormagnetisierungsverfahren bedeutete - ein hochtechnisches Moment von anthropologischer Tragweite, relevant für die Methode und das Plädoyer medienarchäologischer Technikpräzision, insofern sie mit epistemologischen Augen gelesen wird

- lag Defekt bisheriger Tonbandtechnik gegenüber der (elektro-)mechanischen Schallplatte darin, daß die Magnetophone noch mit Gleichstromlöschung und -vormagnetisierung arbeiteten, die in einem Grundgeräusch resultierten, das die Dynamik limitierte; nicht alle ferromagnetischen Partikeln wurden dabei völlig gleichmäßig (statistisch gleichverteilt) ummagnetisiert. "Da wurde plötzlich durch Zufall eine wesentliche Verbesserung entdeckt" <Sutaner 1954: 151>, und zwar als interner, röhrenbasierter (Oszillator-) Radio-Effekt im Versuchslabor der Reichsrundfunkgesellschaft: "Ein Rundfunkverstärker war durch einen Fehler ins Schwingen gekommen und gab eine sehr hohe Tonfrequenz ab. Er diente als Aufsprechverstärker für ein K4-Magnetophon, das auf / einmal mit wesentliche weniger Grundgeräusch arbeitete." Von Braunmühl und Weber untersuchten das Phänomen (denn ihre Wahrnehmung war auf dieses Problem *getunt*, also buchstäblich "abgestimmt" - Wissensfortschritt durch Zufall muß immer auf einen Resonanzboden fallen, um nicht zu verpuffen) - in einer Fußnote hier definiert: "Phänomen (grch.) = seltene oder schwer erklärbare Naturerscheinung". Eine Hochfrequenz als Lösch- und Vormagnetisierungsspannung setzt das genannte Grundrauschen um ca. 30 db ab - ein Quantensprung in der Qualität: "Das bedeutet im betrieb ein Spannungsvehrhältnis Pianissimo zu Fortissimo von 1:1000, was vonkeinem anderen bisher bekannten Schallaufzeichnungs- und Weidergabegerät jemals erreicht wurde" <ebd., 152>. Tatsächlich veranstaltete die AEG 1941 im

15 Hans Sutaner, Schallplatte und Tonband, Leipzig (Fachbuchverlag) 1954, 153

Berliner Ufa-Palast am Zoo die Großeinspielung einer Aufnahme des vierten Satzes der 1. Symphonie von Brahms, gespielt von den Berliner Philharmonikern unter Wilhelm Furtwängler

- alle noch vertraut mit der von Philipps vor Jahrzehnten erfolgreich eingeführten Miniaturversion des Tonbands, der Musikkassette. Eine frühere Musikaufnahme etwa von Franz Liszts *Klavierkonzert Nr. 1* (die ja einem einmaligen Zeitpunkt, dem *hic et nunc* des Aufnahmezeitpunkts, der Laune der Musiker, der Stimmung der Instrumente, der Technik des Tonmeisters entspringt), kann invariant gegenüber der Zukunft, zu jedem beliebigen Zeitpunkt wieder abgespielt werden. Anders als die Fortdauer eines Objekts der Vergangenheit in der Gegenwart wird hier das Ereignis nicht im Kopf des Menschen (wie ein historisches Bild, neu gesehen im Museum) zusammengesetzt, sondern aktual re-generiert vom Medium selbst, von der Elektronik des Tonbands in induktivem Verhältnis zum Tonbandspeicher, seinen magnetisierten Partikeln, die durch Elektrizität dynamisiert wieder zum Ton werden. Jede Music Cassette: ein negentropischer Speicher.

- schaut Medienarchäologie auf das (zeitkritische) Drama, das sich im elektronischen Medium selbst abspielt

- inszeniert Becketts Einakter den Fall, daß die eigene Stimme aufgenommen wurde und mit ihrer Entropie, ihrer Alterung in der Gegenwart, konfrontiert wird - eine zeitverschobene, differentiale Variation von Lacans "Spiegelstadium" (also der Konfrontation mit dem eigenen Bild, der frühkindlichen Erkenntnis des Selbst als das eigene Gegenüber als primordiale Aufspaltung von Identität). Zeitspiegelstadien: Das Ich *war* ein Anderer.

- trifft hier im Unterschied zur klassischen Vorform dieses Gesprächs, der Relektüre früherer Tagebuchaufzeichnung im symbolischen Code der Schrift, zeitverzogen das Reale der Stimme auf sie selbst, die zugleich eine andere ist: Technologie des Magnetbandspeichers in Konfrontation mit dem humanen Gedächtnis

- von Krapp durchlebte Konfrontation mit der Artikulation seiner früheren Reflexionen über Leben und Liebe ist dramatischer als der schlichte Blick auf ein früheres Photo (etwa das von Roland Barthes in *La chambre claire* beschriebene Bild der Mutter als junge Frau): weil nicht ein schlichte "ça a été" statisch ausgesagt wird, sondern ein aktueller Neuvollzug, eine elektromagnetische Re-Produktion der Stimme und des damit verbundenen Zeitmoments *geschieht*. Hier liegt das eigentliche Drama von Becketts Einakter, und der wahre Protagonist ist das Tonbandgerät

- Inszenierung durch B. K. Tragelehn in der Schinkelkirche von Neuhardenberg = Produktion der Stiftung Schloß Neuhardenberg, Juni 2007, Protagonist Josef Bierbichler; Tonband durch eine VHS-Videokamera samt Abspielgerät und Kathodenstrahl-Monitor ersetzt - Rückkehr des Lacanschen Spiegelstadiums zweiter Ordnung; im Programmheft Auszug aus Nina Peters' Interview mit B. K. Tragelehn über die Inszenierung abgedruckt, setzt pikanterweise mit dem Defekt des technischen Protagonisten ein: "Nina Peters (legt das Aufnahmegerät auf den Tisch, das kurz darauf blinkt, fiept und rückwärts zählt): Das Aufnahmegerät funktioniert nicht ... B. K. Tragelehn: ... unsere

Aufführung muß auch ohne Tonband auskommen. Aber unser Videorecorder darf nicht ausfallen. Der alte Knochen Krapp sieht auf dem Bildschirm den jungen Mann, der spricht"; *versagt* das Theater: Für die Inszenierung auf VHS-Band eine Aufnahme mit dem "jungen" Krapp getätigt, jedoch von demgleichen Josef Bierbichler besprochen: funktioniert nur, wenn Schauspieler jetzt aufspricht und das Stück 30 Jahre später zur Aufführung kommt, mit demgleichen Schauspieler, nun älter; Entropie realer Körper die Wahrheit des performativen Theaters; Altern von Schauspielern trifft auf die Negentropie der elektronischen Speicherung desselben Körpers nicht zu. Weiter: "P (schreibt mit): Mit Video wurde das Stück bisher nicht umgesetzt, oder?" / "T: Kein Konzept. Keine Deutung. Der Text ist der Text. Er ist simpel und braucht keine Erklärung"; verkennt kulturtechnische Funktion des phonetischen Alphabets für das Theater: Jesper Svenbro, *Phraikleia*; Derrick de Kerckhove, *Schriftgeburten*; elektronische Aufzeichnung von Körperbildern und -stimmen

Mosaik und Sequenz: das Fernsehbild

- zeilenserielltes Fernsehen in seiner technischen Alternative:

Vielfachübertragung paralleler Lichtpunkte, mosaikartig; dies im Sinne der Prothesentheorie Ernst Kapps 1877 nach dem Modell des optischen Menschensinns gebildet, insofern das Auge als Sender und das Hirn als Empfänger fungiert; Abb. 164 mit ausdrücklicher Legende "Der Sehvorgang und seine Nachahmung beim Fernsehen"¹⁶

- das retinale Bild (Netzhautbild) punktweise in parallelen Nervenleitungen (Violdrahtsystem) zum Hirn übertragen - mit der signifikanten Besonderheit, daß das Hirn die auf dem Kopf stehenden Bilder aufgrund taktil ertasteter Empirie wieder virtuell umdreht, umrechnet

- zeigt auf Münchner Fernsehsonderschau 1937 eine von Karolus erbaute Versuchsanordnung "wie man mit 100 netzartig angeordneten Photozellen (dem Sender) und ebensovielen an die einzelnen Zellen angeschlossenen Glühlämpchen (dem Empfänger) das Mosaikbild eines Buchstabens <sc. "A"> augenblicklich übertragen kann" = Fuchs 1937: 145, unter Verweis auf Abb. 165

- in Zeitschrift "Radio - Bildfunk - Fernsehen" Jg. 1937, Bd. 16, Heft 10, Bericht von Franz Fuchs über "Die Fernsehsonderschau im Deutschen Museum zu München" (Seiten 145-150); enpuppt sich darin Abb. 165 als jene Apparatur, die auch derzeit noch im Depot lagert: die Anordnung für Vielzellenübertragung nach Karolus. Und Abb. 166 gewährt Einblick in die damalige Ausstellung; darunter der Nachbau der Versuchsanordnung mit Braunscher Röhre (nach Dieckmann), den wir ebenfalls im Depot fanden. Nehmen nun noch das Demonstrationsobjekt zur Funktionsweise einer Selenzelle hinzu, auf das wir ebenfalls im Depot trafen, so verdichtet sich der Eindruck, daß die damalige Ausstellung von 1937 zu großen Teilen tatsächlich noch in Ihren Beständen eingebettet ist - so daß sich diese Ausstellung exemplarisch sogar rekonstruieren ließe. Mag es sich in Hinsicht auf den Anspruch deutscher

¹⁶ Franz Fuchs, Die Fernsehsonderschau im Deutschen Museum zu München, in: Radio - Bildfunk - Fernsehen, Bd. 16 (1937), Heft 10, 145-150 (145)

Vorreiterrollen in der Entwicklung der Technikgeschichte (Hertz, Nipkow, Braun, Korn, Ardenne) auch um eine ideologisch belastete Ausstellung gehandelt haben, ergibt sich dennoch - quer dazu - ein noch heute brauchbarer medienarchäologischer Querschnitt in das technologische Wesen und Weisen von Fernsehen; unter dem Aspekt (in welcher Form auch immer) wiederholenswert / *re-enactment*. "Medienarchäologie" meint nicht allein einen technikhistorischen Anfang (des elektromechanischen und elektronischen Fernsehens), sondern eine nach wie vor, immer wieder neu stattfindende Möglichkeitsbedingung von Fernsehen

- handelt es sich bei unverzüglicher Übertragung gar nicht mehr um ein Sende-Empfänger-Modell, sondern um eine eher dem Quantencomputing nahestehende Form der Direktrechnung

- Witz liegt in Fuchs' Gebrauch des Adverbs "augenblicklich"; allein die Trägheit des Auges, die bei einem Bildwechsel von 10/Sek. bereits kontinuierliche Bewegung statt diskreter Bilder wahrnimmt, benennt die zeitkritische Schwelle, in der ein zeitlich konsekutives Ereignis zum Eindruck räumlicher Koexistenz wird (um hier Lessings Vokabular zu paraphrasieren)

- deutet die Rede vom "Mosaikbild eines Buchstabens" <Karolus 1937: 145> bereits auf die Anlage des Digitalen im analogen Fernsehen - hier als Bitmapping

- demgegenüber einkanalige Übertragung durch Auflösung der Raumanordnung in zeitlich sukzessive Bildpunkte) noch mit Lessings Laokoon-Theorem beschreibbar; quer dazu das Ikonoskop, das "Speicherbild", wie es (vergleichbar der Photokopie) als latentes Bild im Zwischenspeicher besteht, um dann von einer Kathodenstrahlröhre punktweise abgetastet und damit wieder in einkanalig (Eindrahtübertragung) verschickbare Sequentialität verwandelt wird; vergleichbar dem Laufzeitspeicher in frühen Computern, wo zeitlich sequentiell angeordnete Information (in Wort-Blöcken) selbst wie eine räumliche Anordnung behandelt wird, insofern hier die Zeitlichkeit so ultrakurz ist, daß sie als Speicherraum gilt

- Unterschied zum Wesen elektronischer Übertragung ("live"-Medien wie Radio und Fernsehen); bedarf es zur digitalen Übertragung von Ton- und Bildsignalen auch einer (Zwischen-)Speicherung in digitaler Form; mit der Mathematisierung der Kommunikation kommt auch die Notwendigkeit zu beständigen Zwischenspeicherung numerischer (digitaler) Werte ins Spiel. Es macht daher tatsächlich Sinn, vom "Speicherkanal" zu reden, und ihn als Übertragungskanal im Sinne der Nachrichtentheorie zu behandeln."¹⁷

- dynamische Speicherreservierung mit der Funktion `realloc()`. Mit dieser Funktion möglich, während des laufenden Programms so viel Speicher zu reservieren, wie benötigt

17M. Siakkou, Signal- und Speichertheorie, Berlin (VEB Verlag Technik) Berlin 1985, Kapitel VI; dazu D. Kreß (Rezensent), Digitale Bild- und Tonspeicherung, in: radio fernsehen elektronik, Bd. 35, Heft 3 (1986), 193f

- handelt es sich beim elektronischen Fernsehen um "das Prinzip, dass ein Bild zu Zwecken der Übertragung in eine Reihe von Punkten aufgelöst wird, die in unendlicher Folge auf einer Platte auftreten, welche die Fähigkeit hat, Lichtverschiedenheiten in elektrische Stromverschiedenheiten umzusetzen"¹⁸. Hier handelt es sich um eine Form der Analogrechnung vergleichbar dem Analogcomputer für Systeme von linearen Differentialgleichungen, in denen Ableitungen nach der Zeit auftreten. Das elektronische Fernsehen *ist* also schon ein Rechner, basierend (zunächst) auf der "Leistungsfähigkeit des Selens, nahezu proportional" - also buchstäblich *analog* - "der Quadratwurzel der Beleuchtungsintensität" Licht- in Stromschwankungen zu wandeln = ebd., 5

Speicher im Verzug (*delay lines*, Williams Tube)

- kinematographischen Aufnahme einer Williams-Röhre in Aktion, im Unterschied zu einer solchen Röhre in einem noch aktiven Röhrencomputer. Zunächst mag man einwenden, daß eine Photographie der Bildspeicherröhre deren dynamisches Wesen gerade verfehlt. Noch zugespitzter aber enthüllt eine Photographie, wenn die Belichtungszeit wirklich entsprechend kurz ist, gerade das Wesen der von-Neumann-Architektur des Computers: daß sie nämlich zu einem gegebenen Zeitpunkt immer in einem diskreten Zustand ist, und insofern eine Zeitmaschine ist, als Aristoteles in seiner *Physik* Zeit als die Zahl der Bewegung in Bezug auf ein Früher und ein Später definiert.

- "In Laufzeit-S. werden eingegebene Informationen kurzzeitig dadurch gespeichert, daß sie eine Verzögerungsleitung oder eine Ladungsverschiebungsschaltung durchlaufen, am Ausgang verstärkt und erneut eingegeben werden" <Conrad 1982: 330>.

- "Verzögerungsleitungen <...> werden benötigt, um Koinzidenz oder einen exakt gleichen zeitlichen Abstand von Signalen herzustellen (vgl. Fernsehempfänger)" <Conrad 1982: 385> - hier kehrt das Speicher"bild", die Lessingsche räumliche Koexistenz, als *re-entry* auf der Zeit(kritischen)Ebene wieder ein: Synchronisation

- 1947 zur Entwicklungsreife gelangte Williams Tube (Manchester): "Although the phosphor on the CRT would glow at charged points, in a way that might be distinguishable (between **0** and **1**), the current contents of a CRT storage tube could not be viewed directly in practice. The front of the tube would be obscured by the pick-up plate. (At first this was a wire mesh, but later it was a metal plate.) Also the CRT had to be screened from outside electrical interference, e. g. local trams or close and aggressive motor cycles, so it was enclosed in a metal box. So typically the information on a Williams-Kilburn Tube would be displayed on a separate Display Tube, which would be updated synchronously with the refresh cycle of the Williams-Kilburn CRT Store. However the opportunity would also be taken to lay the values out in a manner most convenient to the onlooker."¹⁹

- "Paragone" von Gedächtnismedien erledigt sich im digitalen Raum, wenn akustische Verzögerungsspeicher, optische Williams-Tube und andere zitternde Verfahren (Nickeldrahtspeicher) indifferent den menschlichen Sinnen gegenüber nur noch den einen Zweck haben, Daten zwischenzuspeichern. Das

18 Benedict Schöffler, Die Phototelegraphie und das elektrische Fernsehen, Wien / Leipzig (Braumüller) 1898, 3

19 [Brian Napper](#), The Williams Tube or [The Williams-Kilburn Tube](#);

<http://www.computer50.org/kgill/williams/williams.html> (November 1998; Zugriff 13. Dezember 2006)

Ikonoskop (Zworykins elektronische Kamera) zu Zwecken der Fernsehbildübertragung ist das Eine; Übertragen durch Speichern war schon das Prinzip des frühen elektronischen Fernsehens.

- Williams-Röhre (für die alternativ derselbe Begriff des Ikonoskops vorgeschlagen wurde) sieht kein Mensch mehr, sondern exklusiv und technisch notwendig (Abdeckung als Kondensatorfläche) der Computer

- techno-mathematische Speicher (mißbegriffliche *alias* "Archive") kein emphatischer Gedächtnisort (wie es Kulturwissenschaften gerne sehen), sondern ein Grenzwert der Übertragung (im Zeitkanal). Speichern und Übertragen ähnlich relativisch verschränkt und gegenseitige Kehrwerte wie das Analoge und das Digitale

Speicherzugriff, *computing*: Die Lochkarte

- hat antike Rhetorik mit ihrem Systembestandteil, der *memoria*, eine Technik zur Verfügung gestellt, welche - Stefan Rieger zufolge - „den Grenzwert des Laokoon-Paradigmas“ bildet: "Der Gegensatz zwischen dem Kosekutiven der Poesie und dem Koexistierenden der Malerei, den Lessing im *Laokoon* maximal ausdifferenziert, wird in der Kunst der Auswendigkeit strategisch und ökonomisch aufgehoben. Frei von der Schrift und ihren Datenträgern gelingt dies dadurch, daß die Mnemotechnik zeitserielle Daten in eine Raumordnung überführt" = Stefan Rieger, *Auswendigkeit. Zur Ökonomie menschlicher Datenverarbeitung um 1800*, in: Inge Baxmann / Michael Franz / Wolfgang Schäffner (Hg.), *Das Laokoon-Paradigma*, Berlin (Akademie) 2000, 89-112 (89); **Speicherzugriff / Zeitfolge; was Lessing poetologisch auseinanderhält, wird auf Speicherbene relativisch verschränkt, als Gitterwerk von Speicherzellen.** Ein RAM, also ein Direktzugriffsspeicherchip (Schreib-Lese-Speicher), ist mit einem Teppich von Transistoren und anderen Bauteilen belegt: "Jedes Bit ist in einer einzelnen Speicherzelle gespeichert, die aus zwei elektronischen Bestandteilen besteht: einem Kondensator, der die Daten in Form einer elektrischen Ladung (der binären 1 entsprechend) oder durch das Fehlen einer Ladung (binäre 0) aufbewahrt, und einem Transistor, der sich einschalten kann, um die gespeicherte Dateneinheit freizugeben oder ein neues Bit in eine der leer gewordenen Zellen zu leiten" = Grundlagen der Computertechnik, Amsterdam (Time-Life Bücher) 1986, 80 kartesische Vernunft (als analytische Geometrie) wird hier operativ, denn in jedem rechteckigen Quadranten des viergeteilten Chips; "sind die Zellen in Zeilen und Spalten angeordnet. Durch diese Anordnung, die den Linien von Millimeterpapier gleicht, erhält jede Zelle ihre Koordinaten. Die Auffindung der richtigen Koordianten ist Aufgabe von zwei Bändern von Decoderleitungen, die den Chip senkrecht und waagrecht durchschneiden. Wenn sie von der Zentraleinheit des Computers den Befehl erhalten, die Adresse eines bestimmten Byte <...> zu suchen, ermitteln die horizontalen Decoder die richtigen Spalten, und die senkrechten Decoder suchen die entsprechenden Zeilen" = ebd.

- Matrix eine Art Speicher"bild", das zwar sequentiell adressiert wird, also im Sinne Lessings "konsekutiv", doch so schnell (im Millionstelsekundenbereich), daß es zum räumlichen Moment wird.

- "Ist jede einzelne Speicherzelle für sich allein, d. h. direkt erreichbar, so sei von einem *Punktzugriff* gesprochen. Meist gehört dann zu jeder Speicherzelle je ein Aufzeichnungs-, Wiedergabe- und Steuerorgan. <...> Infolge dieser Vereinfachung <Ansteuerung in der

Halbleitertechnik durch spezielle Codierschaltungen> sind die einzelnen Speicherzellen zwar einzeln, aber nur noch sequentiell, d. h. zeitlich nacheinander zugänglich. Eine andersartige Vereinfachung ergibt sich, wenn mehrere Speicherzellen so zusammengefaßt werden, daß sie nur noch zusammenhängend für die Aufzeichnung und/oder Wiedergabe erreichbar sind. Die sich dabei ergebende Informationsmenge bildet ein Speicherwort." = Völz 1976: 233; am Anfang (des digitalen Gedächtnisses) also das Wort. Läßt sich Lessings Mediensemiotik der Künste, d. h. die Ausdifferenzierung der Ästhetik nach synchroner und sequentieller Wahrnehmung, auf die Speicherfrage übertragen? <vgl. digitale Bilder: jeder Bildpunkt direkt ansprechbar, im Unterschied zur Vektorgraphik. Damit Bilder analog zur Struktur digitaler Speicher> Der Effekt eines simultanes Bildes auf dem Monitor ist tatsächlich eine sukzessive Rechnung der Maschine (ihrer Refresh-Zyklen)

- kombiniert 1983 auf dem Markt eingeführte CD digitale Signalverarbeitung mit einem optischen Speichersystem: "Spezielle Korrekturbytes in den Spuren der silbrigen Scheibe helfen dem CD-Abspielgerät, verlorene "Datenwörter" neu zu berechnen. Außerdem sind die Daten verschachtelt aufgebracht: Sie liegen nicht hintereinander in der zeitlichen Abspiel-Reihenfolge, sondern sind weit auseinander auf der CD verteilt. Dieses Verfahren verringert zusätzlich die Wahrscheinlichkeit, daß bei einem Kratzer sämtliche Bytes für ein bestimmtes Tonsignal verlorengehen. <...> Die Datenwörter, die winzige Teile der ursprünglichen analogen Ausgangssignale codieren, sind in sogenannten Frames zusammengefaßt <vgl. Film-Bild>. Innerhalb eines Frame sind den Datenwörtern Symbole zugeordnet, die bei der Fehlerkorrektur zum Einsatz kommen. 4,3218 Megabits aus 7350 Frames liest der CD-Player pro Sekunde und sortiert sie so, daß jene 44100 Wörter à 16 Bit wieder in der richtigen zeitlichen Reihenfolge hintereinander entstehen" = Bernhard Epping, Verheerende Altersschwäche. Elektronischen Datenträgern droht der Zerfall, in: bild der wissenschaft 11/1995, 30-34 (33), im Sinne einer Rückverwandlung der optischen, also bildlichen Speicherung der CD in die zeitliche Folge einer musikalischen Erzählung (Lessings *Laokoon*-Theorem)

- Speicherkartographie, technisch; synchron / linear; "bilden die *wortorganisierten* Halbleiterspeicher einen Text: Die einzelnen Speicherzellen befinden sich auf dem Chip flächenhaft verteilt, also gilt $F(x, y)$. Bei der Aufzeichnung und Wiedergabe wird aber nicht ein bit, sondern eine bestimmte Menge von bit in linearer Kette (als Wort), also $Z(x)$ verarbeitet. Nach diesem Prinzip läßt sich wiederum eine Matrix aufstellen" = H. Völz, Allgemeine Systematik und Grenzen der Speicherung, in: die Technik, 34. Jg., Heft 12, Dezember 1979, 658-665 (660)

- Zugriffsarten auf Speicher; Mikro-Ereigniszeit; unterscheidet Völz zwischen Punktzugriff (Anordnung der Speicherzellen: einzeln, für ein digitales, diskretes oder kontinuierliches Signal); dann Wort- oder Signalzugriff $Z(x)$, etwa Magnetband; wortorganisierte Kernspeicher, Speichergedächtnis des Menschen; ferner Bildzugriff $Z(x, y, z)$: Einzelbildphotographie $F(0)$, Kinofilm $F(x)$, Mikrofiche und Video-Magnetband für $F(x, y)$ für Mikrofiche-Archiv und Bildgedächtnis des Menschen; schließlich (als Funktion von Zeit) den Körperzugriff $Z(x, y, z)$: einzelnes räumliches Modell und Hologramm (Museum, neuronales Gedächtnis) = H. Völz, Allgemeine Systematik und Grenzen der Speicherung, in: die Technik, 34. Jg., Heft 12, Dezember 1979, 658-665 (663)

- Ferritkernspeicher; funktionale Induktion; Stromfluß in einem Leiter durch einen Ferritring magnetisiert denselben proportional zur Stromstärke; auch

nach Entzug des Stroms bleibt eine *remanente* Magnetisierung zurück - das physikalische Gedächtnis. Die Magnetisierungsrichtung (Resultat der jeweiligen Stromrichtung) wird hier zum Signal, also physikalischen Träger einer symbolischen Information: "Zur Speicherung binärer Daten kann die eine remanente Magnetisierungsrichtung als "0", die entgegengesetzte als "1" definiert werden. In einem Speicher mit wahlfreiem Zugriff <...> werden die Ringkerne in Matrixform angeordnet. Die Ummagnetisierung erfolgt durch Zusammentreffen zweier oder mehrerer Stromimpulse in den durch einen Kern gefädelt Drähten. Das Umklappen der Magnetisierung induziert in jedem durch den Kern führenden Leiter einen als Lesesignal dienenden Impuls" = Bauer 2004: 205; damit wird jener Draht, der etwa im Wire Recorder das Medium der elektromagnetischen Aufzeichnung selbst ist, linear als Spule sich entrollend in der Zeit und Induktion hin- und hererzeugend, zur textilen Matrix. Auch Konrad Zuse unterhielt in Hünfeld einen eigenen Betrieb von Näherinnen zur Fabrikation solcher Magnetkernspeicher. Einmal, so die Anekdote, fiel bei einer heftigen Bremsung beim Transport ein Karton mit Ferritkernringen (damals im Wert von einer DM pro Ring) zu Boden - resultierend in einer Streuung der Ringe, die - ob im Karton oder derart verteilt - das gleiche, gleichwahrscheinliche Maß von Unordnung haben - kurioserweise als Möglichkeitsbedingung für quasi-archivische (aber eben in Hardware realisierte) Ordnung in Funktion des Computerspeichers; Harlizius-Klück, altgriechische Webtechnik / Mathematik

- Ansteuerung der einzelnen Ferritkernringe, die jeweils einen elektromagnetischen Zustand speichern, der als Repräsentation von Null oder Eins (informations-)verarbeitet wird, durch kreuzweise Adressierung der horizontalen und vertikalen Fäden (Kette und Schuß, in Anlehnung an den Jacquard-Webstuhl, seinerseits Vorbild für Babbages *Analytical Engine*)

- treten ganze "Worte" an die Stelle von diskreten Zeitpunkten: "The introduction of reliable core memory made it practical to fetch data in sets of bits, rather than one bit at a time as required by a delay line"²⁰

- zeilenweise Programmierung in Williams-Tube, Manchester "Baby"

- Computer Nixdorf 820 enthielt einen solcherart gefädelt Speicher; hier ordnet sich der Magnetdraht des Wire Recorder von der Spule zur Matrix. Dieser Festwertspeicher mit 144 Magnetringkernen ist in 16 Zeilen mit je 18 Ringen angeordnet. Quer zu Lessings Theorem ist hier ein (im Sinne digitaler Matrixbilder pixelbasierter Bildschirme) ein - wenngleich latentes - Speicher**bild** vorhanden, quasi ein bildhafter Speicher, der dennoch als Literatur (symbolische Adressierung, sequentiell) operiert; Friedrich L. Bauer, Informatik, München (Deutsches Museum) 2004, 206; ebd., Bild 8.1.b

- "Anwenderprogramme, etwa zur Fakturierung oder zur Abrechnung, wurden gespeichert, indem für jeweils 16 Befehlswoorte mit jeweils 18 Bit ein Leitungsdraht durch die Anordnung gezogen wurde. Die einzelnen Bits wurden zu "0" oder "1" gesetzt, indem der Draht durch den Ring oder außen an ihm vorbei "gefädelt" wurde. Zur Änderung der Befehle und des Programms wurden die Drähte aufgeschnitten und nach Änderung der Führung wieder zusammen

²⁰ Paul Ceruzzi, "Nothing New Since von Neumann", in: Raúl Rojas / Ulf Hashagen (Hg.), *The First Computers. History and Architecture*, Cambridge, Mass./ London (MIT Press) 2000, 196

gelötet. Zum Handwerkszeug des Programmierers gehörten deshalb Schere und LötKolben" = Friedrich L. Bauer, Informatik, München (Deutsches Museum) 2004, 206; ebd., Bild 8.1.b

- maximiert bis zu 256 gefädelten Drähten, derart 4096 Befehlswoorte gespeichert

- impliziert Buchzeitalter Linearisierung der Zeichen und ihrer Wahrnehmung (derselbe Prozeß) und ersetzt die simultan-parallele Denk- und Anschauungsform; McLuhan setzt diesen Effekt parallel mit der Erfindung der camera obscura, einer analogen Linearisierung der Wahrnehmung; elektronisches Zeitalter verkehrt diesen Prozeß; Marshall McLuhan, Die Gutenberg Galaxis, Bonn u. a. 1995, 158

- chrono"photographisches" Gebilde: stellt Speicher im zeitdiskreten Computer (Turingmaschine) stets ein diskretes Moment"bild" des Zustandes bereit, in dem sich die Maschine gerade befindet = Diss. Reifenrath 1999 (TS): 50; das "Bild" in Führungszeichen gesetzt; wird der Begriff in ein Modell überführt, einen Modus der Abkürzung komplexer Zustände in synchron überschaubare Zeichenmengen. Insofern aber ist Zeit, als Archiv, immer schon in ein *Bild* verwandelt, und Lessings These analog anwendbar. Es steht die Verbildlichung des Speichers an

- Williams Tube speichert im Raum, während von-Neumann-Architektur strikt sequentiell in der Zeit Daten abarbeitet. "Da die von-Neumann-Architektur ein ein-Prozessor-System mit einem einzigen Datenkanal darstellt, müssen in Rücksicht darauf auch alle Bildformate sequenzialisiert werden, um für diesen Prozessor hintereinander abarbeitbar zu sein. "Offensichtlich ist eine parallele Architektur mit mehreren Datenkanälen den Anorderungen grafischer Datenverarbeitung weit eher angemessen, um einen Geschwindigkeitszuwachs gegenüber diesem temporalen Flaschenhals zu erzielen. Von "gerechneten Bildern" zum "abgebildeten Rechner" = Katalog zur gleichnamigen Ausstellung *HD - High Density*, Berlin (Neue Gesellschaft für bildende Kunst) 1999, 55 ff.

- digitale Variante der Signalverarbeitung authentisch und nicht schlicht eine Animation, insofern sie das Zeit-Wesen mit den analogen Signalprozessen teilt: Rechner arbeitet, rechnet, synchronisiert strikt zeitkritisch (aber nicht entropisch, insofern nicht dem thermodynamischen Zeitpfeil entsprechend. Rechenprozesse sind prinzipiell reversibel)

- invertiertes Laokoon-Theorem Lessings: ein Widerstreit zwischen dem Komputierenden, Zählenden, also Seriellen (eine Bewegung in der Zeit) und dem Parallelen (bildhafte Körper). "John von Neumann (though apparently not Turing) was aware of the important potential of parallelism and tried unsuccessfully in the 1950s to produce a workable form of parallel processing"; nota bene Brian Rottmanns Zusatz im Klammern "(but the problem of synchronization sunk him)" <64>. Nun ist diese Differenz zwischen von Neumann und Turing der Zweckbestimmung ihrer Entwicklung geschuldet: Ersterer sucht die nukleare Kettenreaktion in Wasserstoffbomben zu berechnen (Los Alamos, ENIAC-Projekt, das dann zur sequentiellen Lösung führt: dem EDVAC), während Turing in Bletchley Park mit der Dekodierung des deutschen Wehrmachtscodes befaßt wr: "codes operate via opaque strings of symbols

communicated sequentially" = 64

- binäre Ziffernsequenz 0011100010010110 zum Beispiel weitgehend unlesbar für Menschen, sehr wohl aber maschinenlesbar: "After many centuries in which the alphanumeric word-and-number amalgam has enjoyed unchallenged epistemological and semiological domination in our culture, should it give way to the image?"²¹ Komplexe serielle Datenmengen - etwa endlose Strings von Nullen und Einsen - werden durch Verbildlichung synchron faßbar: „Visualizing numerical data via parallelism is possible via digitization“ <ebd.>. Umgekehrt werden Bilder (Gestalten) erst durch Digitalisierung, d. h. Zählung (Sequenzierung / Serialisierung / Diskretisierung) verschickbar in Telephonleitungen

- temporale, serielle Folgen syntagmatisch (die Bedingung von Historie als Erzählung); parallele Anordnungen hingegen paradigmatisch: "relationships [that] do not a such occur in time" = *Glossary of Semiotics*, zitiert nach: Rottmann, xxx, 68

Speicherzugriff: Lochkarte und *Williams Tube*

- keine Orts-, sondern Zeitauflösung

- bildet nicht Integral über Fläche des Bildschirms, sondern zeilenweise Abtastung / Auslesung / Wiederbeschreibung als Programmzeilen in Dots und Dashes

- Arbeitsspeicher - der Flaschenhals früher Universalrechner. Zur Speicherung binärer Daten dienen Elemente mit zwei stabilen Zuständen - mechanisch (Relais) oder elektronisch (FlipFlop). In Bitgruppen größer als 8 Bits (Byte) organisiert, spricht man von *Worten* für Speicherkapazitäten - der Speicher wird literatur-, lesbar, schreibbar wie Literatur, und Lessings Unterschied von Bild und Text, von parallel und sukzessiv, unterworfen

- kann es bei ununterbrochener Sequenz von Daten genügen, "sie nacheinander zu speichern oder zu lesen. In diesem Fall spricht man von "seriellem Zugriff". Numeriert man die Speicherplätze eindimensional oder auch zweidimensional nach Zeilen und Spalten, so ist ein "wahlfreier Zugriff" zu den Daten möglich"²²

- mathematisches Werkzeug - die Matrizenrechnung - wird hier zum elektromagnetischen Artefakt (der Kernspeicher)

- bewegen magnetische Speichermedien die gespeicherten Daten an einem Schreib- und Lesekopf vorbei - mit dem zeitkritischen Nachteil, daß bei diesem seriellen Zugriff jeweils Bewegungszeit vergeht <ebd., 198>

- herrscht eine raumzeitliche Differenz von *delay line* und statischem *memory*

21 Brian Rotman, Going Parallel, in: Substance <19?>91 <xxx>, 56-79 (72)

22 Friedrich L. Bauer, Informatik. Führer durch die Ausstellung, München (Deutsches Museum) 2004, 195f

in von Neumanns logisches Design des EDVAC: "In an electrostatic storage system each position is immediately accessible, whereas a bit or word stored in a delay line is not accessible until it travels to the end of the line. Secondly, it was decided to process all (40) bits of a word in parallel, thereby reducing the computation time."²³

- relativische Verschränkung beider Speichermodi: Der *Serienparallelumsetzer* ist ein Schaltwerk, das zeitlich seriell, d. h. strikt zeitlich aufeinanderfolgend eingehende Daten parallel ausgibt: etwa ein Schieberegister für n Bit, in das mit n Takten jeweils ein eingehendes Bit gespeichert²⁴

- Lochkarte als Bildspeicher; Jacquard-Webstuhl operiert mit der Setzung von Löchern und Nicht-Löchern; Webmuster durch die zeitliche Ordnung der Lochkarten hintereinander in Zeilen und Spalten zerlegt; textiles Ge-Stell (Heidegger) eine Matrix, deren Koordinaten auf ein zweites System gemappt (abgebildet) werden, losgelöst von der ikonischen Semantik des Stoffmusters

- Speicherzugriff / Zeitfolge: "Ist jede einzelne Speicherzelle für sich allein, d. h. direkt erreichbar, so sei von einem *Punktzugriff* gesprochen. Meist gehört dann zu jeder Speicherzelle je ein Aufzeichnungs-, Wiedergabe- und Steuerorgan. <...> Infolge dieser Vereinfachung <Ansteuerung in der Halbleitertechnik durch spezielle Codierschaltungen> sind die einzelnen Speicherzellen zwar einzeln, aber nur noch sequentiell, d. h. zeitlich nacheinander zugänglich. Eine andersartige Vereinfachung ergibt sich, wenn mehrere Speicherzellen so zusammengefaßt werden, daß sie nur noch zusammenhängend für die Aufzeichnung und/oder Wiedergabe erreichbar sind. Die sich dabei ergebende Informationsmenge bildet ein Speicherwort" = Völz 1976: 233

- am Anfang (des digitalen Gedächtnisses) wieder das Wort. Läßt sich Lessings Mediensemiotik der Künste, d. h. die Ausdifferenzierung der Ästhetik nach synchroner und sequentieller Wahrnehmung, auf die Speicherfrage übertragen?

- in digitalen Bildern jeder Bildpunkt direkt ansprechbar, im Unterschied zur Vektorgraphik; damit Bilder analog zur Struktur digitaler Speicher; Effekt eines simultanes Bildes auf dem Monitor eine sukzessive Rechnung der Maschine

- Speicherkartographie technisch formuliert synchron / linear; bilden die *wortorganisierten* Halbleiterspeicher in gewisser Weise einen Text: "Die einzelnen Speicherzellen befinden sich auf dem Chip flächenhaft verteilt, also gilt $F(x, y)$. Bei der Aufzeichnung und Wiedergabe wird aber nicht ein bit, sondern eine bestimmte Menge von bit in linearer Kette (als Wort), also $Z(x)$ verarbeitet. Nach diesem Prinzip läßt sich wiederum eine Matrix aufstellen."²⁵

- Zugriffsarten auf Speicher: aus Makro- (emphatisch) wird Mikrozeit. Völz

23 Editor's introduction, in: John von Neumann, *Theory of Self-Reproducing Automata*, hg. u. ergänzt ("completed") v. Arthur W. Burks, Urbana / London (University of Illinois Press) 1966, 12

24 Schülerduden *Die Informatik*, hg. u. bearb. v. Meyers Lexikonredaktion, wiss. Bearb. Volker Claus / Andreas Schweill, 2. neu bearb. Aufl. Mannheim / Leipzig / Wien / Zürich (Dudenverl.) 1991, 455 <Abb. 456>

25 H. Völz, *Allgemeine Systematik und Grenzen der Speicherung*, in: *die Technik*, 34. Jg., Heft 12, Dezember 1979, 658-665 (660)

unterscheidet zwischen Punktzugriff (Anordnung der Speicherzellen: einzeln, für ein digitales, diskretes oder kontinuierliches Signal); dann Wort- oder Signalzugriff $Z(x)$, etwa Magnetband; wortorganisierte Kernspeicher, Speichergedächtnis des Menschen; ferner Bildzugriff $Z(x, y, z)$: Einzelbildfotografie $F(0)$, Kinofilm $F(x)$, Mikrofiche und Video-Magnetband für $F(x, y)$ für Mikrofiche-Archiv und Bildgedächtnis des Menschen; schließlich (als Funktion von Zeit) den Körperzugriff $Z(x, y, z)$: einzelnes räumliches Modell und Hologramm (Museum, neuronales Gedächtnis)²⁶

- Speichermediendifferenz; herrscht analog zu Lessings *Laokoon*-Problem in Speichertechnik die Spannung, das Dazwischen von Zeit und Raum. Einerseits erhält in der von-Neumann-Architektur des Computers jeder Speicherplatz eine eindeutige Adresse (wie Seiten eines Buches / Texte), nämlich Nummern, die dann der Reihe nach, also sequentiell ausgelesen werden (so daß die nächste Nummer immer nur um eins erhöht werden muß); jenseits umfassender Sequenzierung tendiert Speicher zur synchronen Verdichtung

- funktioniert Williams Tube *en arché* nicht anders als Mercury Delay Line, "nur daß statt der Laufzeit von Schallwellen die Trägheit des Phosphors benutzt wurde, der 0,2 Sekunden nachleuchtet und folglich durch fünfmaligen refresh pro Sekunde als Speicher dienen kann. Der wesentliche Unterschied war jedoch, daß die gespeicherten Daten nicht mehr seriell vorlagen, also als Zeitpunkte auf einer Linie adressiert werden, sondern als adressierbare Raumpunkte im Koordinatensystem einer Fläche anwesend. Die unterschiedlichen Zustände konnten dann über ein vor die Bildfläche gelegtes Drahtnetz ausgelesen werden" = Claus Pias, Computer - Spiel - Welten, Kapitel 6: Sichtbarkeit und Kommensurabilität, Paragraph Williams Tube

Computerspeicher - bildhaft?

- liegt auf aktuellen Mikrochips ein residenter Festwertspeicher vor: ein sukzessive eingespeichertes, digitalisiertes Ereignis wird nicht in Parallelbewegung, sondern statisch, "bildhaft" (im Sinne von Datenmengen, die auf eine x/y -Funktion gemappt, als solche beschrieben werden können) gespeichert - vor dem offensichtlichen Hintergrund, daß die Auslesung der Daten wiederum durch den Flaschenhals der von-Neumann-Architektur des Computing, also strikt sequentiell, erfolgt; Prozessor selbst die Zeitmaschine

Kurzzeitspeicher: Die *Williams Tube*

- *Williams tube*: Speicherbild zwischen Sukzession und Simultaneität, wie für jedes elektronische Bild "kader", das *qua* Kathodenstrahl aufgebaut wird

- eine funktionale, eben nicht mehr ästhetische Definition des Bildes.

- betont John von Neumann - in Wiederanlehnung an frühe Bifurkation in der technischen Philosophie elektro-mechanischer Bildübermittlung als Fernsehen / Bildtelegraphie, daß Speicher nicht notwendigerweise seriell ausgelesen werden muß, sondern die (tatsächlichen, im Unterschied zur heuristischen

26 H. Völz, Allgemeine Systematik und Grenzen der Speicherung, in: die Technik, 34. Jg., Heft 12, Dezember 1979, 658-665 (663)

Fiktion des analogen TV-"Bildpunkts") Elemente parallel in mehrere Röhren geschrieben werden können; damit parallel wieder auslesbar; Arthur Burke, Hermann Goldstine, John v. Neumann, Preliminary Discussion of the Logical Design of an Electronic Computing Instrument [1945], in: Brian Randell (Hg.), The Origin of Digital Computers, New York 1982, 399-414, Abschnitt 4: "The Memory Organ", 403; mithin synchron im Sinne Lessings, übertragen auf Speicher(zeichen)ökonomie; zwischen Bild (Gleichzeitigkeit im Raum) und Er/Zählung (Sukzession): Lessings *Laokoon*-Problem nur in menschlicher Wahrnehmung (medienphänomenologisch), nicht auf Automatenenebene ein solches

- spannt sich die raumzeitliche Differenz von *delay line* und statischem *memory* (von Neumanns logisches Design des EDVAC): "In an electrostatic storage system each position is immediately accessible, whereas a bit or word stored in a delay line is not accessible until it travels to the end of the line. Secondly, it was decided to process all (40) bits of a word in parallel, thereby reducing the computation time" = Editor's introduction, in: John von Neumann, Theory of Self-Reproducing Automata, hg. u. ergänzt ("completed") v. Arthur W. Burks, Urbana / London (University of Illinois Press) 1966, 12

- kehrt das (technische) Gedächtnis wieder zur räumlichen Matrix zurück (als Hardware und logische Anordnung); seine Objekte aber (als Datenkonfigurationen) werden allein durch blitzschnelle Zeitoperationen zusammengehalten - denn elektrotechnische und techno-matheamatische Medien sind Medien erst im Zustand des Vollzugs. Was dann auf Interfaces noch wie ein Bild aussehen mag (auch als Text), besteht aus Zeit und steht somit einem Klang näher als dem klassischen Bild; dies ist zugleich der Ausweg aus Lessings kategorischer Trennung von raum- und zeitbasierten Künsten. "Die Zeit wird zum eigentlichen Medium jeder computererzeugten Simulation", schreibt Götz Großklaus, und im kybernetischen Bewegungsraum (der wörtlichen Übersetzung des "cyber-space") werden damit nicht nur die Künste "zu Zeit-Künsten - und in diesem Sinne `musikalisch´" <Großklaus 1995: 254>, sondern auch die Künste, also *technai* des Gedächtnisses selbst. Damit liegt der Ausweg in jener Form ästhetischer (oder besser ästhetischer) Erfahrung, die Lessing vernachlässigt hat (und vielleicht auch der hiesige Forschungsschwerpunkt auf "Text-, Bild- und Dingbezüge"): Musik (verstanden hier nicht im engen Sinne kultureller Semantik, sondern als Form des Wissens um Zeitprozesse)

- Nickeldraht-Verzögerungsspeicher im frühen Ferranti-Computer ein "Negativ" des Wire Recorder, und die Sonifizierung der Speichertrummeltakte im Z22-Rechner der Zuse-AG zur Ermöglichung musikalischer Komposition; musikalische Konsequenz daraus haben Komponisten von elektronischer und Computermusik wie Karlheinz Stockhausen und Jannis Xenakis gezogen, indem sie mit Phasenverschiebungen (das dynamische Intervall) und akustischen (Garbor-)Quanten operieren, um dem Dilemma Raum *versus* Zeit zu entgehen. Raum verschwindet nicht, sondern wird zur Funktion von Zeit. Auch Großklaus wählt den Begriff des "Zeitfelds", um diese Verschränkung von Raum und Zeit zu beschreiben. Denkbar ist jener Neologismus erst, seitdem Michael Faraday eine berührungslose Interaktion zwischen Elektrizität und Magnetismus (die Induktion) zu beschreiben versuchte, für die es in der abendländischen Tradition altgriechischen Kosmos-Denkens keinen Platz gegeben hatte - ein Feld, das nur noch mathematisch zu durchdringen ist (James Clerk Maxwell), alltäglich aber in der Kultur elektrodynamischer und elektronischer Medien erfahren wird. Auch Lessings Ding-Begriff (von Körpern im Raum) wäre zum

dynamischen Feld hin zu verschieben, womit sich Zeit und Raum differential verschränken; findet sich auf der medienarchäologischen Ebene des Elektronisch-Tonalen der Gedächtnisparagone und die Medienkonkurrenz "aufgehoben": Aufgehoben nicht als starrer Speicher, sondern im Klang

Statische versus dynamische Speicher?

- Frage, ob dynamische Speicher nicht doch eine andere Art von Alternative sind als schlicht eine funktionale Variante zu den residenten Speichern (sagt Wolfgang Coy)
- funktional betrachtet medienhistorische Formen von dynamischen oder statischen Computerspeichern rein ökonomische Optionen gewesen - so wären die Datenstrings, die in Verzögerungsspeichern zirkulierten, prinzipiell auch als Serie von FlipFlop-Röhrenschaltungen setzbar gewesen, was jedoch finanziell nicht mehr plausibel war
- haben dynamische und statische Speichermedienontologisch betrachtet verschiedene We(i)sen, denn einmal bestehen sie im Kern aus Zeit, einmal aus Raum (im Sinne Lessings)
- nennt Wolfgang Coy zum Vergleich die mündliche Tradition im Unterschied zur schriftlichen Überlieferung. Mündliche Tradition muß - wie dynamische Speicher in der Technik - ständig *refreshed* werden (eine andere Fragilität); schriftliche Tradition ist (abgesehen von Kopierfehlern, wie sie bis hin zu CD-Roms stattfinden) weitgehend stabil²⁷
- Was also technisch-funktional wenig Unterschied macht, epistemologisch höchst verschieden; Bildschirmbilder: einmal Kathodenstrahl ("Der Klang der Einzeilen-Abstastung"), einmal Matrix-Bildschirm
- Radarmonitor am Whirlwind Computer; Computerbildschirm "hat seinen Ursprung im Überwachen des Speicherinhaltes und nicht in der Ausgabe eines Ergebnisses", etwa von Daten aus Kameraüberwachung; Bildschirm nimmt *en arché* eine Kontrollfunktion ein = Argument Diss. Reifenrath 1999, damit weniger ikonische Außendarstellung, sondern primär indexikalische Emenation aus dem Inneren des Elektronenrechners selbst
- Rückkehr der statischen Speicher mit MRAM (magneto-resistive RAM als Festkernspeicher, nichts dreht sich mehr, Ende des Fest"platten"erbes). Vorteil: Die Werte bleiben magnetisch auch nach Abschaltung des Stroms erhalten (wie die Aufzeichnungen einer Stimme auf Wire Recorder). MRAM nutzt ein quantenmechanisches Moment, den Tunneleffekt; damit überschreitet die Speichertechnologie die Schallmauer von der Mikro- zur Nanospeicherwelt
- Definition in xxx Biedermann, Handbuch der Bildtelegraphie (ca. 1930):

²⁷ Wolfgang Coy: Synchron/Asynchron – Fehlerfreie Kopien und verlässliche Datenspeicher, Vortrag auf der Tagung: Kulturtechniken der Synchronisation. Adressieren Speichern Takten, am [Helmholtz-Zentrum für Kulturtechnik](#) der [Humboldt-Universität zu Berlin](#), 1.–3. Februar 2007

"synchon" meint dauernde Frequenzübereinstimmung; der Frequenzbegriff aber ist ein dynamischer. Statische Speicher tragen keine Zeit an/in sich; bestenfalls "aufgespeicherte" Zeit im Sinne der schlafenden Energien; anders dynamische Speicher: vollziehen, praktizieren einen zeitlichen Prozess, mehr als ihre physikalische Eigenzeit (Entropie)

- Gedächtnis *ist* nicht, sondern muß als Differenz, als Gegebenheit gesetzt werden. Gedächtnismaschinen tragen, generativ, symbolische Zeitindices (Datum) in gespeicherte Datensätze ein; zählt allein Rechenzeit, denn Computerzugriff auf RAM *getaktet*; zwischen Aktualität und Latenz "historische" Zeit und "Erinnerung" dem Speicher äußerlich

- folgt die von-Neumann-Architektur des Computers noch strikt Lessings Definition der literarischen (hier: alphanumerischen) Ordnung in der Zeit (das Drama ist hier die Operativität des Computers, seine Taktung und Synchronisation); läßt der Quantencomputer die Gleichzeitigkeit (Gleichwahrscheinlichkeit) überlagerter Zustände zu - eine Verräumlichung der Sequentialität, massive superponierte Parallelität

- Speicher lange Zeit auf ein starres Gedächtnis reduziert, wohingegen Menschen prozessual erinnern können; im Computer aber vollzieht sich eine prozessuale Dynamik, wobei Gedächtniselemente als Zwischenspeicher ständig am Werk sind; der in reale Physik implementierte Algorithmus als getakteter Vollzug, ein mathematisches Drama

- Computerentwicklung hart an Datenspeichern abgearbeitet, die mit Stromabschaltung gerade nicht verschwinden (Kippschaltung, Schmitt-Trigger) - was mechanisch bei Z1 noch kein Problem war: in einer binären Stellung zu bleiben; elektromagnetische Remanenz, also ein Gedächtnis in Latenz; Speicherzustand *in* und *als* Maschinen

MEDIEN DER ZEITAUFBEBUNG

Für eine Theorie technischer Speicher

- technisches Medium wird Speicher durch Adressierbarkeit, - mithin überlagert von der symbolischen Ordnung (im Unterschied zur stochastischen Streuung der Elementarteilchen und der stetigen Signalaufzeichnung auf Magnetband)

- "In der Kybernetik verdient <...> jede Vorrichtung den Namen 'Gedächtnis' oder 'Speicher', die gestattet, eine Information <...> über eine gewisse Zeit zu bewahren und dann zurückzugeben <...> also auch Magnetbänder oder Photoplatten."²⁸

- Mündlichkeit des Radios als "sekundäre" (Ong), technisch übermittelte Oralität, zunächst nicht speicherbar und "extrem flüchtig wie jedes gesprochene Wort" = Hans-Jürgen Krug, Radio, Konstanz (UVK) 2010, 14; schon die "primäre" Oralität von Homer und der bosnisch-serbischen *guslari*)

28 Helmar Frank, Kybernetische Grundlagen der Pädagogik. Eine Einführung in die Informationspsychologie und ihre philosophischen, mathematischen und physiologischen Grundlagen, Baden-Baden (Agis) / Paris (Gauthier) 1962, 90

war nicht reine Gegenwart, sondern die Improvisation eines strukturellen, archäologisch latenten Speichers: der von Milman Parry definierten Reservoirs thematischer *formulae*

- Speicher als technisches *medium* (Shannon) der Zeitaufhebung verstanden: "Dispositive zur Informationsübermittlung in der und durch die Zeit."²⁹ Vor jeder diskursiven und institutionellen Funktionalisierung (die Ordnung des Archivs) bilden Speicher ein *archive* im Sinn Foucaults Definition; dieser definiert Realitätsbedingung und ihr Archiv gerade nicht als Bewahrung juristisch relevanten Wissens einer hoheitlichen Administration, vielmehr als das Gesetz dessen, was zu einer gegebenen Zeit überhaupt sagbar ist: Michel Foucault, *Archäologie des Wissens*, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1973, 188

- "sind S. das technische Apriori jeglicher Archivierung" = Pethes / Ruchatz (Hg.) 2001: 551; bilden damit zugleich das entscheidende Kriterium, beide Gebrauchsweisen des "Archiv"-Begriffs zu unterscheiden. Archive als behördliche Institutionen stellen das beharrliche Rechtsgedächtnis staatlicher Macht dar. Techno-mathematische Speicherung ist demgegenüber von der Nachrichtentheorie her gedacht; hier ist sie nichts anderes als eine extrem verzögerte Form der Datenübertragung. Speichern und Übertragen sind wie eine Möbius-Schleife miteinander verwunden und stellen ihren gegenseitigen Kehrwert dar

- technologische Medien nicht schlicht Eskalationen herkömmlicher Kulturtechniken, sondern zeitigen inzwischen Wirkungsweisen nach eigenem Recht. Solche Eingriffe in die kulturhistorisch vertraute Zeit, ihre Eigenzeiten sowie ihr Zeitbezug irritieren das herkömmliche Zeit- und Geschichtsbewußtsein. "Elektronische Gedächtnisse sind daran, unser kulturelles Gedächtnis umzuformen."³⁰ Im Unterschied zum vertrauten kulturellen Gedächtnis und zum institutionellen Archiv resultieren hier neue Formen der Zeitaufhebung, die nach einer genuinen Theorie technischer Speicher verlangen.

- mit dem 20. Jahrhundert Gedächtniskultur zugunsten technischer Medien verschoben, wie einst orale Gesellschaft durch Vokalalphabet (Ong); steuert Medienarchäologie die fokussierte Perspektive bei; neben einer systematischen Auflistung unterschiedlicher Speicher eine Untersuchung der Speicherfunktionen und eine epistemologische Betrachtung des Speicher(n)s; in diesem Zusammenhang ein *close reading* der konkreten Speichertechnologien; Plädoyer für eine Medienphilologie technischer Speicher; Matthew Kirschenbaum in seinem Buch: *Mechanism. New Media and the Forensic Imagination*, Cambridge, MA (The MIT Press) 2008, durchaus text- und editionswissenschaftlich; Sichtbarmachung magnetischen Ladungen auf Computer-Festplatten nach dem Vorbild der Sichtbarmachung von Tonbandsignalen³¹; werden damit auch die Spuren magnetischer Remanenz

29Eintrag "Speichermedien", in: *Gedächtnis und Erinnerung. Ein interdisziplinäres Lexikon*, hg. v. Nicolas Pethes / Jens Ruchatz, Reinbek (rowohlt's enzyklopädie) 2001, 550- (550)

30Vilém Flusser in: *ars electronica* 1989:41 = *ars electronica* (Hg.) (1989): *Philosophien der neuen Technologien* (Berlin)

31Siehe Christian Koristka, *Magnettonaufzeichnungen und*

sichtbar, die nach bewußter magnetischer Signal- und Datenlöschung dennoch verbleiben und deren "forensische" oder medienphilologische Rekonstruktion erlauben; Eintrag "Degaussing" in <http://en.wikipedia.org> (Zugriff 7. April 2014); schieres Materialgedächtnis, welche (In-)Formationen tendentiell beibehält, erinnert daran, daß alle physikalische Materie im Prinzip schon Speichermedium

- Material, Form- und logisches Gedächtnis: "Speichern [...] geschieht auch ständig in der Realität ohne Zutun des Menschen. Dadurch entstehen u. a. stabile Gebilde und Strukturen. [...] Physikalisch wesentlich ist dabei die zwar nicht beweisbare, aber wohl dennoch vorhandene Ständigkeit. Dabei sind beständige Objekte, Gesetze und Naturkonstanten zu unterscheiden. Bei den Objekten (Teilchen, Gebirge, Lebewesen usw. ist nachträglich keine zusätzliche Speicherung erforderlich, sie sind [...] meist gut verfügbar."³²

- Ladungen von Magnetkernspeicher durch Flüssigkeit lesbar, nach dem Vorbild der Sichtbarmachung von Tonbandsignalen; buchstäbliche *Signalphilologie* - Begriff ein Oxymoron, denn Signal (Nachrichtentechnik) und symbolische Alphabete (Textwissenschaft) unverträglich, vielmehr different verschränkt. Philologie hat es mit Signalen erst wieder als Quellcode numerischer Rechner zu tun, alphanumerisches Regime

- Auflösung der "Einheit" von physischem Speichermedium und seiner Aufzeichnungen; Schüller, "Vom Speichermedium zur Migration der Information"

Aufgehobene Gegenwart (das Beispiel der Bibliothek)

- Kehrwert zur Verzögerungsleitung in der Übertragung die langzeitige "Aufhebung" der Signale; schiere Zeitanfälligkeit der aufspeichernden Materie, die etwa in Form eines Tonträgers eine *transduction* des Schallereignisses bereitstellt, um sie dann in den Übertragungskanal zu schicken. Statt einer aktiven technischen Übertragung hierin die schiere Dauer, welche Störungen (physikalischen Verfall, Dekomposition, invasive Außeneinwirkung) mit sich bringt

- dienen Bibliotheken nicht der Bücherübertragung im technischen Sinne, sondern ermöglichen den non-linearen Zugriffs zu beliebig zeitinvarianten Momenten: als Speicher; Bibliothek zwischen Archiv, Depot, Lager und Ort der Wiederhervorholung (Latenz *on demand*) kein historischer Vorläufer des Computergedächtnisses oder gar des Internet *online*-Zugriffs; erfüllt dennoch das Kriterium der Information in Shannons Nachrichtentheorie hinsichtlich dessen, wie sich in der Bibliothek Gelesenes zu Ungelesenem verhält (Argument Uwe Jochum, Universitätsbibliothek Konstanz); Unwahrscheinlichkeit des Gelesenen (also sein Informationsgehalt) steigt mit der Zeit; nachrichtentechnisches Entropie-Maß

kriminalistische Praxis, Berlin (Ost) (Ministerium des Innern, Publikationabteilung) 1968

32 Horst Völz, Information. Eintrag für: Handbuch Technik für Medienwissenschaft, hg. v. Stefan Höltgen, TS Dezember 2016, 38

- Aufbewahren auf unbestimmte Zeit im Unterschied zu ökonomischem Modell einer Lagerhaltung, die auf einen prompten Abruf zielt / Adressierbarkeit; Zeitfeld des Katechontischen

Spuren des Reellen: Analoge Signalspeicher

- bevor symbolisch, nämlich alphanumerisch kodierte Information im Digitalcomputer wieder einkehrte, jahrhundertealte Dominanz symbolischer, meist alphabetbasierter Notationssysteme zunächst "[...] gebrochen durch das Aufkommen von analogen S., die wie die Phonographie akustische und wie die Fotografie optische Daten aus ihrer Flüchtigkeit lösen und durch unterschiedliche physikalische und chemische Prozesse fixieren - somit Verfahren darstellen, für die keine Sinnkriterien und damit keine Filter angegeben werden können, nach denen selektiert wird."³³ In diesem Moment schlägt die technische Frage in eine epistemologische um, denn analoge Speichermedien ermunterten zu neuen Wissensobjekten und enthüllten neue Erkenntnisweisen, die (im Sinne des Abtasttheorems) "bisher aus dem Raster der Aufzeichnung damit auch aus dem Raster der kulturellen Wahrnehmung fielen"³⁴ - etwa Sprachstörungen. "So tritt ein *Akustisch-Unbewusstes* zutage"³⁵

- Kymograph, das maßgebliche Medium zur Aufzeichnung von Zeitsignalen durch Einritzung oder Notation auf Oberflächen im 19. Jahrhundert³⁶, speichert durch Wandlung eines Bewegungsvorgangs in eine graphische Form (analoge Information). Die aufgezeichneten Signale sind - anders als die diskreten Symbole der alphabetischen Schrift (bis daß sie in Form digitalen Samplings auch das analoge Zeitsignal überlisten) - analog im Sinne speicherphysikalischer Stetigkeit. Im gespeicherten Zustand ist das Zeitsignal buchstäblich aufgehoben: Es ist nicht in seinem eigentlichen Zeitzustand, sondern ein Zwischenstadium. Erst durch die zeitkontinuierliche Rotation des Speichers als Medium-im-Vollzug vermag er das Signal wieder als Bewegungsvorgang zu *zeitigen*; ist es dieses Zeitwesen, durch das Klangkonserven in privilegierter Weise an das menschliche Subjekt appellieren

- manifestiert sich prägnant an einer vertrauten Eskalation des Kymographen, dem Phon(auto)graphen. Zunächst von Léon-Scott zur graphischen Visualisierung phonetischer Artikulation entwickelt, wird er bei Edison zum Speicher- und Wiedergabemedium von Sprache und Klang. Die Ansicht von Rillen im Edison-Zylinder oder auf Emil Berliners Grammophonplatten aber habt an sich nichts Klangliches, sondern vielmehr implizit Sonisches; zum manifesten akustischen Klangereignis werden sie erst wieder durch ihre Linearisierung in der (elektro-)mechanischen oder optischen Abtastung. Ein

33 Pethes / Ruchatz (Hg.) 2001: 551

34 Pethes / Ruchatz (Hg.) 2001: 552

35 Ibid.

36 Siehe 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. Experimentalsysteme in den biologischen Wissenschaften 1850/1950, Berlin (Akad. Verl.) 1993, 28-49

akustisches Zeitsignal wird im Phonographen zum Speicherbild seiner *waveform* und damit verräumlicht. Der Tonträger speichert gerade nicht den Ton, sondern sein Diagramm; insofern kann das sonische Zeitsignal auch durch seinen Kehrwert, die numerische Frequenz, festgehalten werden; Festhaltung verfehlt gerade den Ton als Zeitereignis

- bedarf es für jedes Diagramm eines "daimonischen" Vollzugs in seiner Erfassung³⁷; treten an die Stelle des menschlichen Betrachters Apparaturen wie der Schallplattenspieler oder die Festplatteneinheit im Computer, handelt es sich um operative Diagrammatik

- Wiederabspielung ("-spulung") eines auf dem Antikmarkt zufällig erworbenen Magnettonbandes aus vergangenen Jahrzehnten bedarf zunächst eines intakten Tonbandgeräts. Erst diese Kombination holt induktiv (im elektronischen Sinne) die dort aufgehobene sprachliche oder klangliche Artikulation aus der magnetischen Latenz. Dies ist eine genuine Speicheroperation, keine Gedächtnishandlung. Sie setzt die unmittelbare Zeiterfahrung an die Stelle eines umfassenden Geschichtsbegriffs mittlerer Reichweite

- rückt mit Photographie, Phonographie und Magnettonband anstelle symbolischer Ordnungen (der Zahlen und Buchstaben, das Schriftregime von Ordnung, politisch und epistemologisch) technophysikalische Signalaufzeichnung. Nicht länger geben Archive und Bibliotheken die Aprioris unserer Wissenspraxis ab und erzeugen einen Schein nichtdiskursiver Wirklichkeiten.³⁸ Heute „ist das Reale <...> sehr anders registriert“.³⁹

- definiert Meyer-Epplers Werk *Grundlagen und Anwendungen der Informationstheorie* "alle Information, die erst durch von außen zugeführte Energie `belebt` werden muß", als tot: "Tote Information findet man überall dort, wo Signale passiv *gespeichert* vorliegen, etwa als Farbstoffkonfigurationen in gedruckten Texten oder Bildern, als magnetische Konfigurationen in Magnettonbändern [...]."⁴⁰ Tatsächlich aber unterscheiden sich alle auf menschliche Lektüre angewiesenen alphabetischen Schriften vom magnetisch gespeicherten Signal auf Tonbandspule als Latenz; die technische Wiederbelebung durch den Wiedergabekopf am Magnettonband ist die der elektromagnetischen Induktion, keine Lektüre diskreter Codes. Es ist das

37 Siehe Charles Alunni, Introduction, in: Gilles Châtelet, L'enchantement du virtuel. Mathématique, physique, philosophie, hg. v. Charles Alunni / Catherine Paoletti, Paris (Éditions Rue d'Ulm) xxx, 7-60

38 Siehe Heinrich Otto Meisner, Archive, Bibliotheken, Literaturarchive, in: Archivalische Zeitschrift 50/51 (1955), 167-183 (174)

39 Kittler / Schneider / Weber (Hg.) 1987: Editorial; s. a. Friedrich Kittler, Ein Verwaiser, in: Gesa Dane u. a. (Hg.), Anschlüsse. Versuche nach Michel Foucault, Tübingen (diskord) 1985, 141-146

40 W. Meyer-Eppler, Grundlagen und Anwendungen der Informationstheorie, 2. Aufl., neubearbeitet u. erweitert von G. Heike / K. Löhn, Berlin / Heidelberg / New York (Springer) 1969, 6, unter Bezug auf: L. Brillouin, Negentropy and information in telecommunications, writing and reading, in: Journal of applied Physics 25 (1954), 595-599

Zusammenspiel von magnetischem Speicher und seiner Inbewegungsetzung durch das aktuelle Gerät, welches solche Analogspeicher überhaupt erst der menschlichen Wahrnehmung zuführt.

- Spuren als Rillen des Reellen im Phonographen konkret: "Daß [...] das Medium des Reellen in analogen Speichern zu suchen ist, zeigt jede Schallplatte. Was in ihre Rillen geritzt ist, kann un abzählbar viele verschiedene Zahlwerte annehmen, aber es bleibt Funktion einer einzigen reellen Variable, der Zeit"⁴¹; genau diese Zahlenebene sucht die Turing-Maschine zu approximieren

"Sample & Hold"

- "Das Sample&Hold-Modul ist im Prinzip ein analoger Speicher. Er hat drei Anschlüsse: Spannungsein- und -ausgang sowie einen Trigger-Anschluß (manchmal auch Clock genannt). Der Eingang ist über einen elektronischen Schalter an einen Kondensator gelegt, der wiederum über eine Entkoppelungsstufe mit dem Ausgang verbunden ist. Im Normalzustand unterbricht der Schalter diesen Weg. Wenn am Trigger-Eingang ein Spannungsübergang von 0 Volt nach +5 Volt stattfindet, dann wird ein sehr kurzer Impuls ausgelöst, der ganz kurz den Schalter betätigt, so daß der Kondensator auf den Spannungswert aufgeladen wird, der gerade in diesem Moment am Spannungseingang anliegt. Da der Schalter die Verbindung sofort wieder unterbricht, kann eine Spannungsänderung am Eingang die Spannung am Kondensator nicht mehr verändern. Am Ausgang liegt nun konstant die zum Zeitpunkt der Trigger-Flanke am Eingang anliegende Spannung vor. Sie wird im Kondensator gespeichert. Dem Eingangssignal wird also eine Probe (eng. Sample) entnommen und diese am Ausgang bereitgehalten (eng. Hold)"⁴² - eine zeitkritische Momentaufnahme

Stillstand und Bewegung: der kinematographische Speicher

- für zeitdiskrete Signalverarbeitung "Ein System heißt speicherlos, wenn die Ausgangsfolge $y[n]$ für jeden Wert von n nur von der Eingangsfolge $x[n]$ für denselben Wert von n abhängt" = Oppenheim et al, 2004, 47

- gegenüber zeitkontinuierlicher Signalaufzeichnung die zeitdiskrete; Nachvollzug einer symbolischen Operation etwas Anderes als die Welt der Signale. Die integrierende Bewegung des Apparats im Moment der Aufnahme respektive Wiedergabe ist ein Speichern, nicht aber der Speicher der referenzierten Bewegung, lautet die Kritik Henri Bergsons an der kinematographischen Illusion. Vermag eine Serie aufgespeicherter diskreter Momente das Wesen der Bewegung zu fassen? Das chronographische Sampling einer natürlichen Bewegung wird zwar im Projektionsapparat wieder animiert, diese aber ist nicht die Seele der Bewegung, sondern ihr technisches Simulakrum: "Sollen sich diese Bilder beleben, so muss irgendwo Bewegung

41 Kittler 1991: 70, in Anlehnung an: Stephen W. Hawking, Eine kurze Geschichte der Zeit, Reinbek b. Hamburg (Rowohlt) 1988

42 Florian Anwander, Synthesizer, Bergkirchen (Presse Project Verlags GmbH) 2000, 107

sein. Und in der Tat ist hier die Bewegung durchaus vorhanden, sie steckt im Apparat."⁴³ Tatsächlich aber stellt die Bewegung des Apparats eine ebenso authentische Form dar.

Speicherdiagrammatik: der schaltungsalgebraische Zugang

- kann von "Speichern" im strengen Sinne nur für Schaltungen im eingeschwungenen Zustand, also in stationären Übertragungssystemen mit zeitunabhängigen Ausgangsvariablen die Rede sein; transiente Momente heben den Speicher auf

- "Nehmen deren Ein- und Ausgangsvariablen nur diskrete Werte an, nennt man das System Schaltung" <Vingron 1977: 140> - im Extremfall die binäre Schaltung

- sofern Ausgangssignal zeitunabhängig, "kann man sich auf eine rein abbildungstheoretische Behandlung der Schaltungen beschränken" = Vingron 1977: 140; Unterschied zum Zeitdiagramm

- der Zeitweise mathematischer Formeln als Wissenswerkzeuge eigen, daß sie über die Zeit hinweg invariant gelten. Analoges gilt für kombinatorische Schaltungen; binäre Logik stellt am Ende eine Idealisierung bezüglich der Zeit dar: "Speicherung hebt den Zeitpfeil auf; bei kombinatorischen Schaltungen bleibt er ohne Auswirkung"⁴⁴; Werte an den Eingängen bewirken nahezu ohne Verzögerung den zugehörigen Ausgangswert. "Nicht der Zeitpfeil, wohl aber die Kausalität weist vom Eingang zum Ausgang" = Völz 1994: 68. Speicherung ist ein quasi-photographisches (auch im Sinne der Belichtungs- und Entwicklungsdauer) Anhalten der Zeit. Am Relais hängt die Differenz von Speichern und Übertragen. Als Schaltelement verkörpert das Relais eine Variante von Speicherung; ein Relais - als Flipflop zugleich Grundlage der binären Informationsverarbeitung in digitalen Medien - hält einen Zustand fest. Im Relais als elektromechanischer Schalter löst eine Steuerspannung eine mechanische Schaltung aus, die ihrerseits eine Schaltspannung regelt. In Telegraphenleitungen dient das Relais nicht als Schalter, sondern als Verstärker: Primat der Übertragung

- Weg zu einer Diagrammatik von Speicheroperationen weist die algebraischen Behandlung der Speicher, indem das Schaltverhalten eines Speichers durch einen Graphen dargestellt wird; Abb.: "Darstellung eines Graphen, der das Schaltverhalten eines Speichers beschreibt", in: Vingron 1977: 140; alternativ: "Graphische Darstellung der allgemeinen Speichergleichung" in: Vingron 1971: 540. Gegenüber einer rein kombinatorischen Schaltung weist eine *Speicherschaltung* - im einfachsten Fall

43 Bergson 1912: 308. Siehe Jimena Canales, Die Geschwindigkeit des Empfindens. Philosophie im Zeitalter der Bewegungstechnologien, in: Bernhard J. Dotzler / Henning Schmidgen (Hg.), Parasiten und Sirenen. Zwischenräume als Orte der materiellen Wissensproduktion, Bielefeld (transcript) 2008, 83-106 (bes. 105f).

44 Völz 1994: 66

aus einem einzigen Schaltelement bestehend "Speicher oder Flipflop genannt"⁴⁵ - ein komplexeres Verhalten auf. Der reinen Schaltalgebra (wie von Claude Shannon entwickelt⁴⁶) ermangelt es zunächst einer Speichertheorie.⁴⁷ Sequentiellen Schaltungen hingegen - aus kombinatorischen und Speicherschaltungen aufgebaut - eignet im nicht emphatischen Sinne einer technischen Interpretation eine Historie: "Die Eigenart der sequentiellen Schaltungen besteht darin, daß der momentane Wert der Ausgangsvariablen nicht nur von der momentanen Eingangsbelegung abhängt, sondern auch von einer vorgegebenen Anzahl von vorangegangenen Eingangsbelegungen"⁴⁸; meint Speichern hier keine eindeutige Funktion, also die Abhängigkeit einer veränderlichen Größe von einer anderen, sondern eine mehrdeutige Zuordnung solcher Werte. "Demnach ist Speichern eine Relation"⁴⁹ - im mathematischen und übertragenen Sinne. Ein Speicher ist keine Gegebenheit *a priori*, sondern das, was durch eine maschinale Beobachterdifferenz als solcher deklariert wird, und damit keine festgefügte materiale Eigenschaft. Insofern wäre jeder materielle Zustand bereits ein Speicher seiner Vergangenheit. An die Stelle der Quantität tritt eine prozessuale Qualität: der Begriff des "speichernden Verhaltens"⁵⁰; dieser bedarf indes einer hinreichenden Definition.

- "Wir sprechen [...] stets dann von einem Speicher, wenn neben jenen Eingangsbelegungen, denen eindeutig bestimmte Ausgangswerte zugeordnet sind, noch mindestens eine speichernde Eingangsbelegung vorhanden ist" = Vingron 1977: 142

- lassen sich Speicher nicht nur mediendinglich, sondern auch in symbolischer Notation verhandeln. Charles Babbage erfand zur Analyse seiner Rechenmaschinen eine symbolische Notation, die ausdrücklich auch ihr Zeitverhalten einsehbar macht⁵¹

- ist das Wesen der Maschine nichts nur Technisches, sondern *we(i)st* eben darüber hinaus: ihr Zeitvollzug. Operative Diagrammatik sucht der symbolischen Maschine (ob nun Mathematik, Schaltplan oder reale materielle

45 Vingron 1979: 11

46 Claude Shannon, Eine symbolische Analyse von Relaischaltkreisen, in: ders., Ein/Aus. Ausgewählte Schriften zur Kommunikations- und Nachrichtentheorie, hg. v. Friedrich Kittler et al., Berlin (Brinkmann & Bose) 2000, 178-216 [*Transactions American Institute of Electrical Engineers vol. 57 (1938), 713-723]

47 Vingron 1979: 119

48 Vingron 1979: 12

49 Shimon Peter Vingron, Theorie der kombinatorischen Schaltungen und Speicher. Synthese - Hazards - Dekomposition, Esslingen (FESTO-Didactic) 1979, 13

50 P. Vingron, Kombinatorische Schaltungen mit Speicher - eine abbildungstheoretische Darstellung ihrer Synthese, in: messen - steuern - regeln (msr). Wissenschaftlich-technische Zeitschrift für die Automatisierungstechnik, Bd. 20 (1977), Heft 3, 140-144 (142)

51 Charles Babbage, Über eine Methode, Maschinenabläufe durch Zeichen auszudrücken [1826], in: Babbages Rechen-Automate. Ausgewählte Schriften, hg. u. übers. v. Bernhard Dotzler, Wien / New York 1996, 205-221

Anordnung) das (Zeit-) "Wesen der Maschine" (Reuleaux Bd. I) zu entlocken, indem sie als Maschine in Vollzug gesetzt wird; so deutete schon Hilberts formale Mathematik jene *Mechanisierbarkeit* bestimmter Klassen mathematischer Operationen an, die Turing dann realisierte. Genau dieser *daimonische Zug* ist es, der einer reinen Maschinenzeichnung bzw. einem Schaltplan noch ermangelt: "Die Beschreibung einer Maschine mithilfe von Zeichnungen kann diese jeweils nur in einem einzigen Zustand ihrer Abläufe darstellen" = Babbages [1826] 1996:205; Bernhard Dotzler, *Diskurs und Medium. Zur Archäologie der Computerkultur*, München (Fink) 2006, 183; von daher seine Entwicklung einer algebraischen statt geometrischen "Nothirungsmethode" <Franz Reuleaux 1875: 205>. Diese erlaubt die Darstellung eines über das Abbild "daimonisch" (Alunni) hinausweisenden Zeitzugs, indem sie an einem Mechanismus alle "gleichzeitigen wie aufeinanderfolgenden Bewegungen", also die "Bewegungsabfolge" selbst, die Verkettung ihrer Operationen, ablesbar macht <Babbage 1826: 207, zit. n. Dotzler 2006: 183>. Die mathematische Prozedur des Algorithmus und die Operativität der Maschine beginnen zu konvergieren. Papiermaschinen oszillieren zwischen symbolischer Notation und physikalischer Implementierung, zwischen Punkt, Fläche und Raum; operativ werden sie erst in der Zeit

Ökonomie der digitalen Speicher

- in technischen Speichern inverse Ökonomie Speichermenge/-dichte vs. Dauerhaftigkeit der Daten / kritische Zugriffszeiten (hier Vorteil der optischen Speicher gegenüber den magnetischen Speichern)

- "Memory" im Digitalcomputer; Alan Turings Entwurf einer symbolischen universalen Rechenmaschine von 1936 verfügt über ein unabdingbar "unendliches Band" (*tape*). Die papierbasierte Gutenberg-Galaxis streckt sich damit ins Infinite. Keine diskrete Symboloperation ohne (Zwischen-)speicher und "Tabelle" (Liste, Programm). Doch für jede konkrete Implementierung reicht ein finites Band. Turing beschreibt die (ausdrückliche) "Analogie" der ACE (Automatic Computing Engine) "zu den theoretischen Rechenmaschinen mit unendlichem Band."⁵²

- Kern der Computeremulation die Aufhebung (Speicherung) einer symbolischen Maschine in einer anderen: "Wenn wir entschieden haben, welche Maschine wir imitieren sollen, lochen wir eine Beschreibung derselben auf das Band der Universalmaschine. Diese Beschreibung erklärt, was die Maschine in jedem Zustand, in dem sie sich befinden könnte, tun würde."⁵³

- Andrei Nikolayevich Kolmogorov lange Zeit Direktor der Abteilung für

52 Alan M. Turing, *The State of the Art*, in: Alan Turing, *Intelligence Service*, hg. v. Bernhard Dotzler / Friedrich Kittler, Berlin (Brinkmann & Bose) 1987, 183-208 (193). Englisch Original: Alan Turing, *Lecture to the London Mathematical Society on 20th February 1947*, in: B. E. Carpenter / R. W. Doran (eds.), *A. M. Turing's ACE Report of 1946 and other Papers*, Cambridge, Mass., et al. (MIT Press) 1986, 106-124

53 Turing 1947 / 1987: 193

Mathematische Logik an der Moskauer Staatlichen Universität; entwickelte er "ideas on randomness and information complexity"; resultieren die Konzepte der Kolmogorov-Maschine und der ihr verwandten Schönhage-Maschine: "it is more appropriate for lower time complexities like real time or linear time. <...> Kolmogorov, or Kolmogorov-Uspensky, machines [Ko1, KU, US] are similar to Turing machines except that the tape can change its topology."⁵⁴

- Schönhage A., "Storage Modification Machines", SIAM J. on Computing 9:3 (1980), 490-508

- Gurevich Y., "Algorithms in the World of Bounded Resources", in: "The Universal Turing Machine - a Half-Century Story", (ed. R. Herken), Oxford University Press, 1988

- Genealogie der Computerkultur und ihrer Informatik als Funktion von Speicherkapazitäten. Register in Mikroprozessoren erfüllen eine temporäre, mithin zeitkritische Zwischenspeicherfunktion für Daten und Befehle. Zeitliche Effizienz und Mächtigkeit von (internen) Speichern standen lange in einem computerökonomisch konträren Verhältnis. Bandbreiten der Speicherprogrammierbarkeit und ihre dezidierte Berücksichtigung entscheiden in ASSEMBLER über Gelingen oder Absturz ganzer Programme.

- kann Speicherung diskreter Rechenprozesse auf Papier stattfinden: "All forms of storage depend on modifying in some way the physical state of some storage medium."⁵⁵ Was hier noch eine Frage der schier unerschöpflichen Speicherkapazität für diskrete Symbole ist, wird in Turings Entwurf für eine Automatic Calculating Engine zeitkritisch, d. h. um jenen Parameter erweitert, der für rein metamathematische Operationen irrelevant ist und tatsächliche Rechenmedien von ihrer bloßen mathematischen Theorie trennt. Die Ökonomie technischer Speicher ist immer ein Kompromiß aus Kapazität und Zugriffsgeschwindigkeit; kippt Medienökonomie aus Sicht des Mathematikers in eine zeitkritische Ökonomie des Speichers: Nicht die elektronische Geschwindigkeit der Rechenprozesse ist Turings Prognose zufolge entscheidend für die Zukunft des Digitalcomputers (das nur, "um kommerziellen Wert zu erlangen"), sondern "dieses Problem, einen großen Speicher in vernünftig kurzer Zeit verfügbar zu machen", um mehr als nur triviale Rechenoperationen auszuführen. "Speicherkapazität ist deshalb das fundamentalere Erfordernis."⁵⁶

Unerhörte Akustik: Die *acoustic delay line*

- widmete sich Alan Turing höchstselbst einer ausführlichen Diskussion der

⁵⁴ Yuri Gurevich (Electrical Engineering and Computer Science Department, The University of Michigan, Ann Arbor), "On Kolmogorov Machines And Related Issues" = <http://research.microsoft.com/en-us/um/people/gurevich/opera/78.pdf> (Zugriff: 20. januar 2014)

⁵⁵ Alan Turing, Proposal for Development in the Mathematical Division of an Automatic Computing Engine (ACE), in: B. E. Carpenter / R. W. Doran (eds.), A. M. Turing's ACE Report of 1946 and other Papers, Cambridge, Mass., et al. (MIT Press) 1986, 20-105 (23)

⁵⁶ Turing 1947 / 1987: 193

akustischen Verzögerungsleitung für effektive Datenzwischenspeicherung im elektronischen Computer: "With information in this form a possible method for storing or remembering the 'words' suggests itself; that is to insert this timed series of pulses into a suitable delay medium which would require time for one pulse to traverse its length. Thus we can have trapped in the delay at any time W/T pulses."⁵⁷

- im Fall der Quecksilberverzögerungsleitung liegt ein Analogspeicher für digitale Kodierung vor. Die Information wird nicht statisch aufgehoben, sondern der Speicher selbst ist ein Zeitobjekt, gedacht vom Dispositiv der telegraphischen Übertragung

- Flüssigkeit in einem Rohr: "we modify its state of compression at various points along the tube <...> by forcing supersonic waves into the tube from one end. The state of the storage medium is not constant as it would be for instance if the storage medium were paper or magnetic tape. The information moves along the tube with the speed of sound" <Turing 1946 / 1986: 23>. Im Radio erschöpft sich das Signal in der Sendung - das Wesen des Rundfunks. "Unless we take some precautions the sound carrying the information will pass out of the end of the tube and be lost. We can effectively present this by detecting the sound in some way (some form of microphone) as it comes out, and amplifying it and putting in back at the beginning" <Turing 1946 / 1986: 23>. Dies ist das aus Tonstudios und Live-Konzerten vertraute Feedback. Die "copy cat", ein elektronisches Echo-Gerät auf Basis mehrerer Tonköpfe und einer Endlostonband-Schleife, fungiert im Rechenkontext als Zwischenspeicher diskreter Impulse.

- in Mercury Delay Line erfolgt Speicherung allein durch die Signallaufzeit der akustischen Welle in dem Quecksilber. "Die Signale können durch einen piezoelektrischen Kristall in das Quecksilber geleitet und am entgegengesetzten Ende ebenfalls von einem anderen Quarzkristall aufgenommen werden. Eine Kette von Impulsen oder die Information, die sie darstellen, kann als im Quecksilber gespeichert betrachtet werden, solange sie es durchläuft."⁵⁸

- gewollte Verzögerung ist zeitlicher Art; verbunden damit zugleich eine Verzerrung der Signale. Die von Shannon für den Übertragungskanal definiert *signal-to-noise ratio* kommt hier ins Spiel: "The amplifying device must correct for the attenuation <Dämpfung, Abschwächung> of the tube, and must also correct for any distortion of form caused by the transmission through the tube, otherwise after many passages through the tube the form will be eventually completely lost" = Turing 1946 / 1986: 23 - Information tendiert entropisch zur Deformation. Hier greift der Zweite Hauptsatz der Thermodynamik, gegen den die Theorie digitaler Informationsverarbeitung selbst formuliert

57 T. Kite Sharpless, Mercury delay lines as a memory unit, in: Proceedings of a Symposium on Large-Scale Calculating Machinery [1948], Reprint Cambridge, Mass. (Harvard University Press) 1985, 103-109 (103)

58 Alan M. Turing, The State of the Art, in: Alan Turing, Intelligence Service, hg. v. Bernhard Dotzler / Friedrich Kittler, Berlin (Brinkmann & Bose) 1987, 183-208 (188)

- Derridas Neologismus der *différance* speichertechnisch konkret; Diskretheit des Digitalcomputers leitet sich daraus ab: "treat time as discrete" einerseits, und: "We can only restore the form of the signal satisfactorily if the various possible ideal signal forms are quite distinct, for otherwise it will not be possible to distinguish between the undistorted form of one signal and a distorted form of another" = Turing 1946 / 1986: 23. *In nuce* finden wir hier eine Theorie kultureller Tradition im symbolischen Code formuliert. "The amplifier at the end of the line always reshapes the signal to bring it back to the nearest ideal signal" <23> - vertraute Arbeit der Altphilologie

- spezifiziert Turing die Verzögerungsleitung im technischen Sinne: "The velocity of sound in either mercury or water is such that the delay will be 1.024 ms. The information to be stored may be considered to be a sequence of 1024 'digits' (0 or 1), or 'modulation elements' (mark or space). The digits will be represented by a corresponding sequence of pulses. The digit 0 (or space) will be represented by the absence of a pulse at the appropriate time, the digit 1 (or mark) by its presence" = 24, im Unterschied zum ausdrücklichen Spatium der Schreibmaschine und Typographie

- ein Ultraschall-"Wort" ("word2, <25>) (etwa 32 Digits) verkörpert entweder "a real number as a binary decimal" or als Träger "carrying a single instruction" = 25

- "The binary scale seems particularly well suited for electronic computation because of its simplicity and the fact that valve equipment can very easily produce and distinguish two sizes of pulse" = 25

Uneigentliches Fernsehen: Speicherbilder (das Ikonoskop)

- materieller technischer Kanal etwa Telephonleitungen oder Glasfaserkabel, aber auch das Vakuum, durch das sich elektromagnetische Wellen selbstgebend fortsetzen; als physikalisches *medium* (Shannon) bringt der Kanal Störungen mit sich, Rauschen als Gegenbegriff (oder auch kryptographische Kulmination) von Information

- stellt Signalverzögerung in frühen elektronischen Digitalcomputern ein variables Zeitintervall für die Zwischenpufferung von Bit-Ketten ("Words") dar.⁵⁹ An die Stelle dauerhafter (statischer oder dynamischer) Speicherung tritt hier "the enduring ephemeral" = Wendy Chun, *The Enduring Ephemeral, or The Future Is a Memory*, in: Erkki Huhtamo / Jussi Parikka (Hg.), *Media Archaeology. Approaches, Applications, and Implications*, Berkeley / Los Angeles / London (University of California Press) 2011, 184-203; eröffnet sich zwischen flüchtigen und nichtflüchtigen Speichern ein D-t nicht absoluter, sondern differentieller Art: "We like a form of storage to be *erasible*, although there are a number of purposes, such as function tables and the greater part of the instruction tables, for which this is not necessary. For the majority of purposes

⁵⁹ See T. Kite Sharpless, *Mercury delay lines as a memory unit*, in: *Proceedings of a Symposium on Large-Scale Calculating Machinery*, Cambridge, Mass. (Harvard University Press) 1948, 103-109

we also like to have a short *accessability time*."⁶⁰

- Kompromiß liegt in zweidimensionalen Informationsspeichern: "Much the most hopeful scheme, for economy combined with speed, seems to be the 'storage tube' or 'iconoscope' (in H. v. Neumann's terminology)", und "for cases where the accessability time is not very critical" nennt Turing das Magnetband oder gar noch den Film (das externe Programmspeichermedium in Konrad Zuses frühesten Digitalcomputern).⁶¹

- vermag das zumeist als Live-Übertragungsmedium vertraute Fernsehen in medienarchäologisch radikaler Umnutzung Speichermomente zu zeitigen: "In an iconoscope as used in television a picture of a scene is stored as a charge pattern on a mosaic, and is subsequently read by scanning the pattern with an electron beam."; von daher gilt: "One might possibly use an actual iconoscope as a method of storage."⁶² Speicher wird mithin fast jede physikalische Konfiguration, welche dahingehend umdefiniert wird. Was im elektronischen Fernsehen der Verbesserung der Bildsignalstärke dient, läßt sich damit zum digitalen Zwischenspeicher umdeuten. Was auf den ersten Blick gar als Mißbrauch von Elektrotechnik erscheint, enthüllt vielmehr deren Wesen - daß nämlich verschiedene Funktionen in ihr angelegt sind. Werden elektronische Schaltungen von ihren Potentialitäten, nicht von ihren Aktualitäten her erkannt, enthalten sie immer schon etwas, das über ihre mediengeschichtliche Realität als jeweilige Festlegung hinausweist.

An der Grenze zum Speicher: kleinste Verzögerungszeiten

- Je dichter die medien- und kommunikationstechnischen Operationen des Speicherns und des Übertragens aneinanderrücken und je genauer sie betrachtet werden, desto unschärfer ihre Trennbarkeit. In signalkontinuierlicher Übertragung kommt es notwendig zu Verzögerungen in der Laufzeit der Signale, die unter verkehrter Perspektive durchaus schon als zeitliche Pufferung, mithin: Zwischenspeicherung gedeutet und genutzt werden kann.

- bilden im den technischen Gegebenheiten des Magnetrons als Hochleistungsröhre für Mikrowellen die Schlitze der einzelnen Hohlraumresonatoren "eine ringförmig geschlossene Verzögerungsleitung, auf der ein HF-Feld umlaufen kann, mit dem die Elektronen in Wechselwirkung treten."⁶³ Diese Lage oszilliert zwischen Übertragen und Speichern als Modus dynamischer Zwischenspeicherung, ein Fließgleichgewicht - wie es bereits zum eigentümlichen Wesen des elektromagnetischen Felds selbst gehört, daß es im dynamischen Auf- und Abbau Energie (und in entsprechender Modulierung auch Signale und Information) ebenso zwischenspeichert wie überträgt

60 Alan Turing, Proposal for Development in the Mathematical Division of an Automatic Computing Engine (ACE), in: B. E. Carpenter / R. W. Doran (eds.), A. M. Turing's ACE Report of 1946 and other Papers, Cambridge, Mass., et al. (MIT Press) 1986, 20-105 (102f)

61 Turing 1946 / 1986: 103

62 Turing *ibid.*

63Conrad 1982: 225

- technische Signalverzögerung verkörpert die Figur der temporalen Dilation (das $\Delta-t$), die zeiträumliche Sphäre der Transformation von Übertragen in (Zwischen-)Speichern *vice versa*. Die von Norbert Wiener benannte infinitesimal kleine "time of non-reality", also das $D-t$ zwischen zwei Schaltzuständen, ist im realen Rechner konkret; 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, 295–309. Was im Verzögerungsspeicher noch gewollt wird, ist als Verzögerungsmoment in der Schaltzeit hinderlich. "The delay due to transit time may be calculated <...>. The transit time may be calculated on the assumption that the average velocity of the electrons between cathode and grid is one-third of the velocity when passing the grid."⁶⁴

- Frage, ab wann Verzögerung noch zum Gegenwartsfenster der medienimmanenten Wahrnehmung gehört / ab wann sie schon als (Zwischen-)Speicher zählt; ergibt sich Notwendigkeit einer Begriffsklärung: "I should try to explain the way I am using the word 'delay'. When I say that here is a delay of so many microseconds in a circuit I do not mean to say that the output differs from the input only in appearing that much later. [...] Strictly speaking [...] I should specify the waveform of the output for every input waveform [...]. I should however give some idea of what kind of distortion of output these 'delays' really involve"⁶⁵

Die Verzögerungstugend der Bildtelegraphie

- "Selen" - in einer Art prä-kursivem Vorgriff vom Ingenieur Willoughby Smith ausgerechnet bei Arbeiten am Atlantik-Telegraphiekabel als licht-empfindlicher Stromleiter entdeckt - "hat die Eigenschaft, dass die Änderung der elektrischen Leitfähigkeit bei Belichtung nicht sofort, sondern zeitlich verzögert - vergleichbar mit dem Anstieg der Ladung eines Kondensators über einen Widerstand - erfolgt"⁶⁶; speichertechnisch auch SRAM = kondensatorbasiert; muß zyklisch wiederaufgefrischt werden, da die Kondensatoren rasch ihre Ladung wieder verlieren. Selen "überträgt" - anders als in der nachfolgenden Photozelle, die für den kinematographischen Lichtton (und seine "Lippensynchronisation" entscheidend wird) gerade *nicht* licht-geschwind. Materiale Trägheit wird hier zur Tugend. Zwischen(-)Speichern und Übertragen: "Was als gespeicherte Botschaft vorliegt, benötigt keinen zeitkritisch operierenden Boten"⁶⁷

- lassen sich vermittels der Zwischenklischee-Methode Bilder "zu einer

64 Turing 1946 / 1986: 94

65 Turing 1946 / 1986: 95

66 Kassung / Pichler 2010: 106

67 Christian Kassung / Franz Pichler, Die Übertragung von Bildern in die Ferne, in: Albert Kümmel-Schnur / Christian Kassung (Hg.), Bildtelegraphie. Eine Mediengeschichte in Patenten (1840–1930), Bielefeld (transcript) 2012, 101–121 (110)

beliebigen Zeit und mit einer *beliebigen Geschwindigkeit*" übertragen"⁶⁸;
Differenz solch aufge(sc)hobener Zeit aber ist keine dialektische im Sinne G. W. F. Hegels, nicht schlicht die invariante Reproduktion

Gegenwart als Funktion ihrer Speicher: Rechenregister, Zwischenablagen und Datenpuffer

- Welt des Digitalen eine Welt der Mikrospeicher. Deren kleinste Informationseinheit das Bit; um technomathematisch wirksam zu sein, bedarf es ihrer physikalischen Verkörperung, vom IBM Almaden Research Lab inzwischen auf ein Atom konzentriert / subkritisch das Elektron?

- Indem Flipflop-Schaltung eine binäre Informationsentscheidung stabil hält, stellt sie für Informationsverarbeitung ein Speicherelement dar

- als Teiloperation im Prozeß der Datenprozessierung ist Zwischenspeichern ein zeitlich flüchtiger Moment

- bedarf Information zu ihrer Erkenntnis der Verarbeitung *in der Zeit*.
"Demgegenüber ist gespeicherte Information nur ein Informationsträger, also potentielle Information, die ein passendes System zur Erzeugung des ergänzenden Informats verlangt"⁶⁹ - also im Sinne des bisherigen Begriffs Speichermedium.⁷⁰

- figuriert in Alan Turings theoretischem Entwurf der später seinen Namen tragenden symbolischen Maschine zur Durchführung mathematischer Gedankenexperimente ("On Computable Numbers", 1936) der Speicher zentral: ein *idealiter* unendliches, in gleichmäßige Zellen geteiltes Band für konkrete Lese- und Löschoptionen eines Schreib- und Lesekopfes, mithin eine Schreibmaschine mit Gedächtnis. Magnetische Stahldrahtspeicher seinerzeit hinreichend bekannt (Telegraphon), und die scheinbar metaphysische Unendlichkeit des Speichers erledigt sich mit jener Endlichkeit einer gegebenen Rechenoperation, die das eigentliche Thema der Abhandlung Turings über das *entscheidungsproblem* ist

- "Storage between the input/output equipment and <...> storage between the main memory and the computer where information is rapidly accessible"

68 Arthur Korn, *Bildtelegraphie*, Berlin / Leipzig (Walter de Gruyter) 1923, 31

69 Horst Völz, Exposé (2014) für ein geplantes Buch *Information - Schlüssel zum Verstehen der Welt*

70 Siehe Robert J. Rossheims "Report on Proposed American Standard Flowchart Symbols for Information Processing", in: *Communications of the ACM* [Association of Computer Machinery] 6, no. 10 (October 1963), 602; darin seine Definition von *medium* als "the material on which data is recorded, e. g. tape, cards, paper etc." Zitiert hier nach: Casey Alt, *Objects of Our Affection*, in: Erkki Huhtamo / Jussi Parikka (Hg.), *Media Archaeology. Approaches, Applications, and Implications*, Berkeley / Los Angeles / London (University of California Press) 2011, 278-301 (279)

<Magrab / Blomquist 1971: 305; Unterschied zwischen emphatischer Speicherung und kurzzeitiger Zwischenpufferung wird damit eine Funktion von Verweildauer und Zugriffszeit

- minimale Signalverzögerung gerade dann am Werk, wenn Menschen sie nicht bemerken. Drastisch dissimulieren Mikrospeicher als Element von Echtzeit-Datenprozessierung die scheinbare *live*-Übertragung

- in klassischen Technologien wie dem Farbfernseher (buchstäblich das System PAL als Phase Alternating Line) und im Radar mußten bestimmte elektrische Signale gegenüber anderen verzögert werden, um perfekte Synchronisation (mithin das gelingende Bild) zu erreichen - sei es durch Schaltung und Kopplung von Widerstand und Kapazität oder schlicht in der kruden Form materieller Leitungen

- erhalten gepixelte Flachbildschirme die Bilder als *streaming data* nicht unmittelbar auf den Bildschirm selbst; vielmehr wird je ein Bildkader zwischengespeichert in der dazwischengeschalteten Grafikkarte (Frame Buffer); so gesehen immer "nur ein kleiner Teil der Information im Bildschirm selbst gespeichert"⁷¹

- kommt hier eine digitale Variante dessen zum Zug, was aus der analogen Radartechnik des Zweiten Weltkriegs vertraut ist: das *periodic averaging* von Störsignalen, d. h. deren gegenseitige Auslöschung durch die Bildspeicherröhre; vertraute Trennung zwischen Übertragungs- und Speichermedien wird damit obsolet

Digitale Verkehrung: Verspeicherung der Übertragung, "sample and hold"

- bedarf es im Unterschied zum Wesen elektronischer Übertragung in *live*-Medien wie Radio und Fernsehen zur digitalen Übertragung von Ton- und Bildsignalen einer Datenpufferung in digitaler Form; mit der Mathematisierung der Kommunikation kommt auch die Notwendigkeit zu beständigen Zwischenspeicherung numerischer (digitaler) Werte ins Spiel. Es macht daher tatsächlich Sinn, vom "Speicherkanal" zu reden, und ihn als Übertragungskanal im Sinne der Nachrichtentheorie zu behandeln"⁷²

- zieht sich das Archiv zeitkritisch auf die Code- und Protokollebene zurück - das wahrlich medienarchéologische (medienarchivologische) Niveau (*arché* und *archive* hier verstanden in Michel Foucaults und Jacques Derridas Sinn als die beherrschende Regel, die Kantianische *Möglichkeitsbedingung*)

⁷¹ Bachelorarbeit Sebastian Dierksen, Elektromagnetische Emissionen von Computer-Bildschirmen als Sonifikation, eingereicht November 2013, 16

⁷²M. Siakkou, Signal- und Speichertheorie, Berlin (VEB Verlag Technik) Berlin 1985, Kapitel VI; dazu D. Kreß (Rezensent), Digitale Bild- und Tonspeicherung, in: radio fernsehen elektronik, Bd. 35, Heft 3 (1986), 193f

- verschiebt sich dieser Sachverhalt für Computer ins Zeitkritische: "Die Schwachstelle moderner Basicrechner ist heute nicht mehr das mangelnde Speicherplatzangebot" - die Größe des für Netzwerkanalysen benötigten Datenspeichers wächst quadratisch mit der Knotenzahl des Netzwerkes und etwa linear mit dem Gleichkommaformat des Rechners -, "sondern vielmehr die relativ niedrige Rechengeschwindigkeit"; daraus resultiert - wie es in ASSEMBLER zugespitzt praktiziert wird - eine "zeitoptimale Basicprogrammierung"⁷³

- Kopieren eher als speichern; das durch entsprechende Digital Right Management-Werkzeuge (DRM) *download*-gesperrte *online*-Sichten von Büchern aus dem Elzevir-Server kein Kopieren des Buchs mehr im ursprünglichen Sinne; solche Bücher sind wieder Unikate = Wolfgang Coy, Vortrag "Copyright ohne Kopien? Zugang als die vernetzte Form des Menschenrechts auf kulturelle Teilhabe", *Open Access - Konsequenzen und Chancen für Museen und Sammlungen* der Konferenz Nationaler Kultureinrichtungen, 12. und 13. Dezember 2013, Stiftung Bauhaus, Dessau; diese Singularität weist im Übertragungsakt ständig über sich hinaus

- Zwischen(-)Speichern und Übertragen: interessiert sich nicht nur das Urheberrecht für dieses Oszillieren. Um überhaupt an einem fernen Computerscreen *online* lesbar zu sein, muß ein Datensatz Bit für Bit zur Übertragung kopiert werden - ganz im Sinne der Fabel vom vergeblichen Wettrennen des Hasen gegen den (oder besser: die) Igel.⁷⁴ Die reduplizierten Daten müssen ihrerseits für einen kurzen Moment im heimischen Computer gepuffert werden, um als Textausschnitt sichtbar zu sein - anders als das wirklich punktuelle, zeilenförmig sich übertragende, tatsächlich im Übertragungsakt sich erschöpfende klassische *live*-Fernsehsignal. Der Mikro-Zwischenspeicher (auf Registerebene?) wird so zum zeitkritischen Argument für Juristen

- setzt digitale Nachrichtenübertragung an die Stelle der physikalischen Übertragung die bitweise Reduplikation; siehe Schlußpassage von Siegert, *Relais*: keine klassische "Post" mehr

- entlädt sich Aufgespeicherte und für Zeitintervalle ausgesetzte Information, wie sie in Technologien oft eher implizit verkörpert ist, zuweilen blitzhaft gleich einem Kondensator

- Weisen der Zwischenspeicherung und die Zeitfigur der Verzögerung als Form von Analogspeicherung nicht allein in klassischer Elektronik, sondern in medienepistemologisch markant anderer, geradezu bestimmender Weise auch bei der Digitalisierung analoger Signale am Werk, in der technischen Figuration des *sample-and-hold*

⁷³ Walter Doberenz, Netzwerkanalysen mit Basic 3, in: radio fernsehen elektronik Bd. 35, Heft 3 (1986), 163

⁷⁴ 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

- wird im zeitdiskreten Sampling (im Unterschied zur Integration) eine Eingangszeitfunktion zum Abtastzeitpunkt gemessen und über eine Abtastperiode gespeichert. Beim Aufbau von Abtasterketten ergibt sich dadurch ein hoher Aufwand an Zwischenspeichern, der durch Kondensatoren geleistet werden kann⁷⁵

- bereits in manchen Analogrechnern "Einrichtung vorgesehen, die ein selbsttätiges Anhalten nach einer einstellbaren Zeit oder ein periodisches Anhalten nach gewissen Zeitabständen erlauben"⁷⁶

- zeitdiskretes Verfahren digitaler Signalspeicherung, nämlich das Sampling, zunächst ein analoges Zwischenspeichern ("sample and hold"), bevor die so gepufferten Signale durch Quantisierung in numerische Werte überführt

- "Von der Kontinuität eines gewissen Werdens [...] nehme ich eine Reihe von Ansichten auf, die ich untereinander durch das 'Werden überhaupt' verknüpfe", doch von diesem "habe ich nur ein Wortwissen" <Bergson 1912: 310>. Damit verbunden ist eine algebraische Behandlung der Zeit, die zugleich den Kern technomathematischer Speicher darstellt: "Wie der Buchstabe x irgend eine beliebige Unbekannte bezeichnet, so symbolisiert dies immer gleich 'Werden überhaupt' eine gewisse Umwandlung, von der ich Momentbilder aufgenommen habe: über diese Wandlung selbst aber lehrt es mich nichts" <310>. Die immer verfeinerte Bestimmung der Zwischenwerte zwischen zwei Momenten - Leibniz' Infinitesimalrechnung - ist ein Kunstgriff: "Die Anwendung der kinematographischen Methode läuft <...> auf ein dauerndes Von-vorn-anfangen hinaus" <Bergson 1912: 311> - wie es Fast Fourier Transformation rechentechnisch realisiert; Bergsons Kritik am Sampling *avant la lettre*

- Speicher Bedingung für jede *copy-and-paste*-Operation; was vormalig als Postproduktion vertraut war, rückt in das Zeitfenster der Echtzeit

PEEK und POKE: Die (Un-)Verborgtheit des Computerspeichers

- Was in der sichtbaren Textverarbeitung am Bildschirm als Operationen des *delete* und *past* vertraut ist, erinnert in seiner Flexibilität an die historische Trennung von Katalog- und Magazinordnung in Bibliotheken, "weil Speicherung und Präsentation [...] bei einer digitalen Kodierung auseinanderfallen und die abgeänderten Texte intern in Form von verketteten Fragmenten gespeichert werden"⁷⁷ - um dann gelegentlich durch Defragmentierung oder *garbage*

75 A. Kley / G. Meyer-Brötz, Analoge Rechenelemente als Abtaster, Speicher und Laufzeitglieder, in: Elektronische Rechenanlagen Bd. 3 (1961), Heft 3, 119-122 (119)

76 Wolfgang Giloi / Rudolf Lauber, Analogrechnen. Programmierung, Arbeitsweise und Anwendung des elektronischen Analogrechner, Berlin / Göttingen / Heidelberg (Springer) 1963, 21

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

collection in ein höheres räumliches Ordnungsmaß rückverwandelt zu werden. Entscheidend ist aber, daß die Logi(sti)k der Adressierung die räumliche Ordnung ersetzt

- plattformspezifische BASIC-Dialekte für Homecomputer enthalten allesamt Befehle, die den Hardwarezugriff erleichtern. Insbesondere Funktionen für die (zumeist proprietären) Schnittstellen und für Medienanwendungen wie Grafik und Sound haben so Eingang in BASIC gefunden. Anhand des je spezifischen Inventars solcher Befehle lässt sich oft bereits erkennen, welche Möglichkeiten in den Rechnern stecken und hervor-programmiert werden können. Wenn es eine "Unverborgenheit" (Martin Heideggers Übersetzung der altgriechischen *aletheia* für "Wahrheit") von Source Code gibt, ist sie hier ablesbar. Dort, wo das Befehlsinventar noch keineswegs vollständigen Rückschlüsse auf die Möglichkeiten der Plattform erlaubt, wird es dem BASIC-Programmierer in direkter "Ansprache" der Hardware ermöglicht, auch diese Plattformen buchstäblich medienästhetisch auszureizen. Schon die ersten BASIC-Dialekte für Mikrocomputer haben nämlich das Dartmouth'sche Gebot der Hardwareunabhängigkeit ignoriert und (zu Ehren von Bill Gates) mit PEEK und POKE sowie Funktionen zum Aufruf von Maschinenprogrammen zum direkten Zugriff auf die RAM- und ROM-Speicher ermutigt. Hier kommt es zum Einbruch des Symbolischen Codes in die reale Matrize des Speichers; für Momente verläßt der Autor des Codes die "sprachliche" Ebene der symbolischen Maschine und gräbt sich in einem Kurzschluß mit der Signalphysik der Maschine in die tieferliegende computerarchäologische Realität. PEEK erlaubt den direkten Einblick in eine Speicherzelle und POKE seine direkte Füllung mit Bits - eine Praxis, mit der sich in frühesten Zeiten pixelbasierter Bilder malen ließ, so daß das Bild eine direkte Funktion des Speichers war (denn der Computer kennt kein Imaginäres). Hier blitzt ein transitives "Schreiben" des Computers auf, ein unerhörter (und juristisch weitgehend illegitimer) Begriff von "Programmierung".

Gedächtnisräume: Zeitl(e)isten und Reversibilität

- aus der antiken Rhetorik überlieferte *ars memoriae* Technik der Einstellung, Speicherung und Lagerung von Erinnerungsbildern. Memorisierung kann in solch räumlichen Anordnungen über die abgelegten Daten unabhängig von der ursprünglichen Zeitordnung verfügen; so war es "ganz und gar gleichgültig, eine Liste in der richtigen Reihenfolge oder umgekehrt wiederzugeben, sowie auch für uns gleichgültig ist, eine Serie von Gegenständen von rechts nach links oder von links nach rechts zu beschreiben"⁷⁸ - das Dispositiv der Tabelle im Unterschied zur zeilenförmigen Schriftlektüre. Als Liste ist Zeit auf der Ebene symbolischer Information reversibel.

- steht dem das kartesische Modell gegenüber: werden nicht in visueller Rhetorik abgelegte Argumente abgerufen, sondern regelgeleitet aus

94 (62)

78Elena Esposito, Die vergessenen Reste. Theorie und Praxis des blinden Flecks, in: Andreas Becker / Saskia Reither / Christian Spies (Hg.), Reste. Umgang mit einem Randphänomen, Bielefeld (transcript) 2005, 13-25 (16)

abgelegten Daten neu aufgebaut. An die Stelle des Gedächtnisbildes tritt die numerische Adressierung, die Zahl⁷⁹, und die Dynamik logischer Operationen an die Stelle schlichter Lager. Der wissensarchivische Katalog enthält keine Inhalte, sondern besteht aus Verweisen auf anderswo gelagerte Dinge. Katalog und tatsächliches Magazin können damit verschiedenen Ordnungen folgen - eine Grundbedingung für die Funktionalität neuzeitlicher Bibliotheken und Enzyklopädien. Leere (oder entleerte) Regale werden mit symbolischen Aufzeichnungen gefüllt; materielle Speicherplätze (Gestelle) fungieren dabei als Variablen. Dieser Mechanismus eskaliert im binären Rechner. Im Fall assoziativer Speicher werden hier nicht Daten, sondern Adressen verschoben (Hash-Werte). Zwischenspeicher sind in dieser Mikro-Ökonomie von Gedächtnis Zustände der Latenz: dem Bewußtsein subliminal entzogen, aber ständig als Potentialität vorhanden und damit aktualisierbar. Ein Prozess, bei dem Informationen aus bereits vorhandenen gewonnen werden, führt zu einer "Neuheit, die in einem gewissen Sinne schon existierte"⁸⁰. Die Latenzzeit des Archivs steht also nicht passiv für abgelagerte Vergangenheit, sondern für einen Aggregatzustand gefrorener Zeit, der im temporalen Verzug potentiell erneute Gedächtnisinformation zu erzeugen vermag, weil die abgelagerten Daten dadurch in andere Kontexte verbracht

Technisch aufgespeicherte Zeit und/oder (Neg-)Entropie

- Läßt sich Information speichern oder enthält der Speicher Information nur in Latenz respektive Potentialität? Wenn Information sich nicht wie bei Shannon auf einen Erwartungswert bezieht, sondern in materiell inkorporierter Form vorliegt, ist sie zunächst der Informationsökonomie enthoben. In dieser suspendierten Form läßt sie sich durch physikalische Prozesse ebenso speichern wie übertragen. Als Gedächtnis kann sie gleichermaßen „verzögert oder gespeichert“ werden, um zu einem künftigen Zeitpunkt verfügbar zu sein; als Wissen aus der Vergangenheit wird sie gar in die Zukunft extrapolierbar.⁸¹

- speichernde technische Systeme "[...] do not store information, they store books, tapes, microfiche or other sorts of documents [...] which only if looked upon by a human mind may yield the desired information. [...] By confusing *vehicles* for potential information with *information*, one puts again the problem of cognition nicely into one's blind spot of intellectual vision [...]."⁸² Dem gegenüber steht die Position: "Man ordne die Information dem Datenspeicher zu (oder den thermodynamischen Mikrozuständen) und nicht dem

79 Dazu Frances A. Yates, *The Art of Memory*, 1968; dt. *Gedächtnis und Erinnerung*, Weinheim (VCH) 1991

80 Esposito 2005: 23

81 Magisterarbeit Martin Donner "Äther und Information. Aprioris des Medialen im Zeitalter technischer Kommunikation" (2013), 24 f., unter Bezug auf: Wiener 1968: 93, 84f, 67, 96f

82 Heinz von Foerster, *Thoughts and Notes on Cognition*, in: Paul L. Garvin (ed.), *Cognition: A Multiple View*, New York / Washington (Spartan Books) 1970, 25-48 (29f). Deutsch in: ders., *Sicht und Einsicht. Versuche zu einer operativen Erkenntnistheorie*, autorisierte dt. Fassung v. Wolfram K. Köck, Braunschweig / Wiesbaden (Vieweg) 1985, 47

Beobachter"⁸³

- definiert Norbert Wiener Maschinen ebenso wie Lebewesen als „locally anti-entropic processes“⁸⁴; Speicher momentane Suspendierungen der Zeit? Daten in einem Speichermedium sind idealiter passiv und invariant gegenüber der fortschreitenden Zeit, sofern sie nicht der Entropiezunahme ihres physikalischen Trägers unterliegen. In einem Versuchsaufbau zur Langzeitdatenspeicherung haben Wissenschaftler die Zunahme der Entropie des Datenträgers mittels Erhitzung simuliert⁸⁵

- Daten in einem Speichermedium idealiter passiv und invariant gegenüber der fortschreitenden Zeit, sofern sie nicht der Entropiezunahme ihres physikalischen Trägers unterliegen; nachrichtentheoretische "Entropie" nicht mit Zweitem Hauptsatz verwechseln; Gleichsetzung von "entropisch" und "entropieerhöhend" verbreitet

- kommt in konkreten Speicherakten das hochfrequente maschinelle Rechnen an seine physikalischen Grenzen; die eigentlichen Energiekosten entstehen beim Löschen des Speichers, in den die neuerliche Information eingetragen wird, wie es die Turingmaschine vorsieht. "Nicht die Aufnahme von Information, sondern die Bereitstellung von Speicherplatz [...] kommt thermodynamisch teuer."⁸⁶

- können längere Speicherzeiten digitaler Datenträger durch Lagerung bei tiefen Temperaturen erreicht werden. "Energie ist erforderlich um die Energie des Informationsträgers in den Stoff einzubringen, seine „Kopie“ dort aufrecht zu erhalten und schließlich bei der Wiedergabe in den „neuen“ Informationsträger zu übertragen. Auch zum Löschen ist Energie erforderlich. Letztlich kann noch Störenergie die Speicherung beeinträchtigen. Damit ist Energie für die Informationsspeicherung eine wesentliche Größe. [...] wird dabei meist von einem Signal $f(t)$ ausgegangen, das als $f(x, y, z)$ im Stoff „abgelegt“ wird und dann schließlich nach einer frei wählbaren Zeit Δt mit dem Wiedergabevorgang als $f(t + \Delta t)$ wirksam werden kann. Dieser Wiedergabeprozess kann meist mehrfach zu verschiedenen Zeiten Δt wiederholt werden."⁸⁷

83 Friedrich Herrmann, Altlasten der Physik (76): Negative Entropie und Negentropie, in: Praxis-Magazin = PdN-PhiS. 6/53. Jg. 2004, 46f (47); *online* www.physikdidaktik.uni-karlsruhe.de/altlast/II15.pdf

84 Norbert Wiener, The Human Use of Human Beings (1950), 2. Ausgabe, New York 1967, 47

85 Das ist Zeitstauchung. Siehe <http://www.technologyreview.com/view/520541/million-year-data-storage-disk-unveiled>; Hinweis Christoph Maurer (Dezember 2013)

86 Holger Lyre, Quantentheorie der Information. Zur Naturphilosophie der Theorie der Ur-Alternativen und einer abstrakten Theorie der Information, Wien / New York (Springer) 1998, 36 (unter Bezug auf die Forschungen von Rolf Landauer)

87 Horst Völz, Information. Eintrag für: Handbuch Technik für Medienwissenschaft, hg. v. Stefan Höltgen, TS Dezember 2016, S. 40 (Kapitel 4.1.2 "Die Grenzzelle")

- hat Edgar Allan Poe in seinem Gedicht *The Raven*⁸⁸ beschrieben, wie zwischen den Bänden seiner Bibliothek einem Leser, der aus alten Quellen Rat zum Thema Transzendenz sucht, mit einemmal eine Stimme ertönt, "nichtmenschlich, ungerührt, außerhalb", die immer aufs Neue antwortet: *Nevermore*. Poe beschreibt hier einen Bibliothekseffekt: die "Stillstellung von Zeit [...] in der Dauer ihres Gedächtnisses."⁸⁹ Norbert Wieners Frage, wie genau der Begriff des Gedächtnisses, der Mechanismus der Speicherung und Übertragung von Signalen mit dem Begriff der Zeit zusammenhängen, führte ihn über das gemeinsame Verbindungsglied der Thermodynamik nachrichtentheoretisch zum Informationsbegriff.⁹⁰ Tatsächlich sind Bibliotheken und Archive symbolisch aufgespeicherte Zeit, d. h. Speicher von Zeit als aufgeschriebener (*recording*). Einmal aufgeschrieben und im Vokalalphabet diskretisiert, unterliegt diese Zeit jedoch nicht mehr den Gesetzen der Thermodynamik (Entropie), sondern bildet Symbolketten und wird damit kalkulierbar. Damit wird eine andere Zeitlichkeit denkbar, die Zeit der Kombinatorik; Gottfried Wilhelm Leibniz' nachgelassenes Fragment *Apokatastasis panton* beschreibt es.⁹¹ Symbolisch kodiertes Gedächtnis verletzt vor allem das Gesetz der unumkehrbaren physikalischen Zeit, das die Möglichkeit einer Zeitumkehr nicht vorsieht.

- "Nur unumkehrbares Geschehen [...] hinterläßt bleibende Spuren, die dann Rückschlüsse auf das Vergangene zulassen. Darauf bauen Archäologie, Geologie, Kriminalistik, Geschichte usw. auf. <...> dadurch gilt, daß Spuren gespeicherte Information über Vergangenheit sind. <...> Gespeicherte Information kann im Prinzip nicht verloren gehen."⁹²

- ist allem Geschehen physikalisch der Zeitvektor eingeschrieben. Technisch-willkürlich gespeichert werden jedoch zumeist nur diejenigen Anteile, die sich im Verlauf einer Entwicklung ändern. In zwiefachem Sinne gilt, daß Speichern diesen Zeitablauf buchstäblich *aufhebt*, und zwar durch die Exteriorität der Gedächtnisentscheidung; erst diese Spuren sind gespeicherte Vergangenheit.

- Spiele eine diagrammatische Modellierung möglicher Ereignisse. Läßt sich ein Geschehen, das als Plan auf Papier oder als Maschine durchgespielt wurde,

88E. A. Poe, Gesammelte Werke in 5 Bänden, Band V: Der Rabe. Gedichte & Essays, Zürich 1994, 136-147

89 Gerhard Scharbert, Literale Organisation von Wissen. Kanäle durch Bibliotheken, in: Geschichte und Neue Medien in Forschung, Archiven, Bibliotheken und Museen. Tagungsband .hist 2003, hg. für Clio-online von Daniel Burckhardt, Rüdiger Hohls und Vera Ziegeldorf / (Historisches Forum: Bd. 7, Teilbd. I), Berlin: Clio-online und Humboldt-Universität zu Berlin, 2005, 115-128 (115)

90 Norbert Wiener, Zeit, Kommunikation und das Nervensystem, in: ders., Futurum Exactum. Ausgewählte Schriften zur Kybernetik und Kommunikationstheorie, hg. v. Bernhard Dotzler, Wien / New York (Springer) 2002, 151-181

91 Publiziert und übersetzt in: Max Ettliger, Leibniz als Geschichtsphilosoph, München (Kösel & Pustet) 1921, 27-35

92 Horst Völz, Information verstehen: Facetten eines neuen Zugangs zur Welt, Braunschweig / Wiesbaden (Vieweg) 1994, 60f

umgekehrt auch wieder durch Kalkülisierung rekonstruieren? "Alle gesetzmäßigen Abläufe - und nicht nur in der Physik - lassen sich einschließlich des daraus ableitbaren Geschehens mittels Zusammenschaltung aus Speichern und kombinatorischen Schaltungen zumindest modellhaft nachvollziehen" <Völz 1994: 68>. Die klassische Spurenlese verbleibt im Vico-Axiom von Historie: Geschichte ist autoreferentiell das vom Menschen selbst Geschaffene. Eine Gesellschaft kann nur fortbestehen, wenn sie die Möglichkeit hat, "den Zeitablauf zurückzuverfolgen und sich unaufhörlich über die Spuren zu bewegen, die sie selbst hinterlassen hat."⁹³ Stabilisiert wird dies als historisches Modell jedoch erst durch den Buchdruck: "The past could not be set at a fixed distance until a uniform spatial and temporal framework had been constructed"⁹⁴

- hebt Speichern den Verlauf von Ereigniszeiten auf und zerfällt seinerseits in diskrete Epochen: den Aufzeichnungsvorgang, den Speicherzustand, den Wiedergabevorgang - eine andere zeitliche Ökonomie des *delayed transfer* (frei nach Jack Goody). Der Unterschied zwischen Selbstspeicherung und symbolischer Kodierung führt zur Ausdifferenzierung von Speicherung auf der Ebene des Realen und des Symbolischen. In technischen Speichern ist der Akt der Speicherung außenbestimmt. Ein Speicherzustand ist ein Moment von Teilen des abgelaufenen Systems, der selbst nur für eine Zeitlang hinreichend stabil ist; "seine Struktur muß für eine `Nutzung´ erst wieder in die Zeitlichkeit überführt werden" <Völz 1994: 65>, etwa durch die Wiedergabetaste am klassischen Magnettonband. Sinn der technischen Auslesung ist es, Information über einst Geschehenes zu gewinnen; gemeint ist damit kein emphatischer Ereignisbegriff, sondern das signaltechnische Ereignis von Akustik oder Optik. Deutlich wird, daß es sich hier nicht um Geschichtsschreibung, sondern um kybernetische Navigation in einem zeitsuspendierenden Raum der Information, nicht des Geschehens handelt

- Begriff "Neg-Entropie" in Bezug auf Suspendierungen von Zeit weitgehend ungeeignet, da Senkungen von Entropie selbst immer zeitlicher Natur

- Lesevorgang selbst ein physikalisch-entropischer Zeitverlauf. Demgegenüber setzt Naturwissenschaft auf die exakte Wiederholbarkeit des Experiments, ohne daß die Zeit eine Differenz macht: zeitinvariante Phasenverschiebung. So "lassen gewöhnlich selbst viele Wiedergabevorgänge die Speicherstruktur völlig unverändert" <Völz 1994: 66> - was auch für die Lektüre von Archivalien gilt, auf deren Basis zwar in immer neuen Varianten Geschichtsschreibung stattfindet, die aber ihrerseits als Elemente des Archivs nicht umgeschrieben werden. Dies hält das potentielle Veto-Recht von Quellen gegenüber ihrer historiographischen Einbettung aufrecht

- während Speicherzustand Konfigurationen von Geschehen möglichst exakt festhält, also eine Art diagrammatische Existenzweise darstellt, "wird beim Code meist etwas ganz anderes statt des Objektes verwendet" - der ganze

93 Maurice Halbwachs, Das kollektive Gedächtnis [*1950], Frankfurt/M. (Fischer) 1985, 125

94 Elizabeth Eisenstein, The Printing Press as an Agent of Change. Communications and Cultural Transformations in Early-Modern Europe, Cambridge (UP) 1979, Bd. I, 301

Unterschied von analog (Tonbandaufzeichnung, Film) und digital. "Deshalb ist bei der Speicherung im Gegensatz zur Codierung die Auslösung und deren Zeitpunkt so wichtig" <Völz 1994: 66>. Katechontik ist hier am Werk: "Das Speichern erlaubt uns <...> in gewissem Sinn die Zeit anzuhalten" <67>, und holographische Speicher erlauben es, sogar noch auch beschädigten Teilen das Ganze zu rekonstruieren; widersteht das technische Gedächtnis der Zeit

Rechnen ohne Speicher? Zur Differenz von neurologischem Gedächtnis und technischer *storage*

- verwehrt sich Heinz von Foerster gegen eine mnemo-technische Anthropomorphisierung des Computers; es sei eine Romantisierung, etwa vom "Gedächtnis" dieser Maschinen zu sprechen, wenn sie "Information" speichern und wieder auffinden. "Wenn Ingenieure über das 'Gedächtnis' eines Computers sprechen, dann meinen sie nicht eigentlich das 'Gedächtnis' eines Computers, sondern Vorrichtungen oder Systeme von Apparaturen, mit denen elektrische Signale festgehalten werden, so daß sie dann, wenn sie für weitere Manipulationen benötigt werden, erneut abgerufen werden können. Diese technischen Vorrichtungen sind daher Speicher oder Speichersysteme und zeigen die charakteristischen Merkmale aller Speicher, nämlich die Erhaltung der Qualität dessen, was in einem Zeitpunkt gespeichert und zu einem späteren Zeitpunkt wieder abgerufen wird. Der Inhalt dieser Speicher ist eine Aufzeichnung, englisch 'record', und eben dies war in den Zeiten vor der Großen Semantischen Konfusion auch der englische Ausdruck für jene dünnen schwarzen Scheiben, die die Musik wiedergeben, welche auf ihnen aufgezeichnet ist"⁹⁵

- unterscheidet Gilbert Simondon in *Du Mode d'Existence des Objets Techniques* für "ce qu'on nomme la mémoire" zwischen Maschinen- und Menschengedächtnis. "on peut dire que l'homme et la machine présentent deux aspects complémentaires d'utilisation du passé."⁹⁶ Maschinen vermögen langfristig höchst detaillierte Signale zu bewahren; Simondon nennt das Magnettonband als Speicher für "événements sonores distincts". Das, was die "fonction de conservation" solcher Maschinen charakterisiert, ist die weitestgehende Strukturlosigkeit des Gespeicherten: "le film n'enregistre pas mieux des figures bien tranchés, par exemple des images géométriques, que l'image désordonnée des grains d'un tas de sable <...>."⁹⁷ Die durch Vormagnetisierung nahezu entropische Gleichverteilung der Magnetpartikel - also tatsächlich lose Kopplung, Medium im Sinne von Fritz Heider⁹⁸ - erlaubt jede Formprägung. "De même, la bande magnétique n'enregistre pas mieux les sons musicaux ayant une forme, une continuité, que les transitoires ou les bruits."⁹⁹ Demgegenüber bewahrt das menschliche Gedächtnis Formen,

⁹⁵Heinz von Foerster, Gedanken und Bemerkungen über Kognition, in: ders. 1985: 98

⁹⁶Gilbert Simondon, *Du Mode d'Existence des Objets Techniques*, Paris (Aubier) 1958, 120

⁹⁷Simondon ebd.

⁹⁸Fritz Heider, Ding und Medium, in: *Symposion*, Bd. 1, Heft 2 (1927), 109-157

⁹⁹ Simondon 1958: 121

Gestalten, die Schemata der Erfahrung. Im Menschen werden die Formen selbst zum Code, während Kodierung und Inhalt im Computer getrennt bleiben. Ästhetische Wahrnehmung bedarf der Speicher schematischer Muster; der musikalische Eindruck einer Melodie ist eine Funktion hoher Redundanz und Wiederholung¹⁰⁰

- zeichnet es die neuronale Struktur des menschlichen Gedächtnisses aus, daß es Erinnerungsspuren nicht in geordnet klassifizierter Form und einem festen Ort zugeordnet, sondern vielmehr dissipativ und bewertend ("wichtig") zum Wiederaufruf in schematischer Latenz bereithält. Die von Teuvo Kohonen entwickelten Self-Organizing Maps (SOM), besonders in ihrer Spezifikation der Time Adaptive SOMs, modellieren algorithmisch diese nicht-speicherförmigen Gedächtnisse.

- Vannevar Bush, der im Juli 1945 mit seinem Aufsatz "As We May Think" in der Zeitschrift *Atlantic Monthly* mit dem Argument, daß sich menschliches Gedächtnis in seiner Assoziativität dezidiert von den bislang üblichen bibliothekarischen Wissensklassifikationen unterscheidet, eine neuartige, allerdings noch mikrofilmbasierte Maschine zur individualisierten Informationsspeicherung und -vernetzung entwarf: jenen Memory Extender (MEMEX), der unter den Bedingungen des elektronischen Digitalcomputers später zum Modell von Theodor H. Nelsons Entwurf von hypertextuell und hypermedial ver"link"baren Wissensnetzen wurde, mächtig geworden dann letztendlich im http-Protokoll des World Wide Web

- nennt John von Neumann in seinem *First Draft* für einen speicherprogrammierbaren Computer (1947) einzelne Speicherelemente ausdrücklich "memory organ"¹⁰¹; in Anlehnung an McCulloch und Pitts, die das Feuern von Nervenzellen im menschlichen Gehirn als digitale Schaltung modellierten, kommt hier eine Grundthese der Kybernetik zum Zug: daß Lebewesen wie Maschinen als Systeme von äquivalenten Signalübertragungsprozessen durchwaltet sind, und daß dementsprechend menschliches Gedächtnis und Computermemory parallel zu setzen sind. Beiden eignet, daß sie in erster Linie flüchtige Speicher darstellen: "Through his memory organ, von neumann would erase the differenc ebetween storage and memory [...]."¹⁰²

- existieren Äquivalente zum CPU-Register von Digitalcomputern auch im neuronalen Gedächtnis? Vielmehr ist die Archivmetapher für Analyse des CURTA-Handrechners hinderlich: "Ganz offenbar wird die Information im Rechner in struktureller Weise gespeichert. Durch die Art, in der die Räder interagieren, durch Einkerbungen und Verbindungsstifte, wird die gesamte Information, die für das Erreichen des richtigen Ergebnisses notwendig ist, im

¹⁰⁰ Siehe Abraham Moles, *Informationsästhetik*, Köln (DuMont) 1972

¹⁰¹ John von Neumann et al., *First Draft of a Report on the EDVAC*, University of Pennsylvania (Moore School of Electrical Engineering), 30. Juni 1945; Abdruck in: *IEEE Annals of the History of Computing* Bd. 15, Heft 4 (1993), 27-75

¹⁰² Wendy Hui Kyong Chun, *Programmed Vision. Software and Memory*, Cambridge, Mass. / London (MIT Press) 2011, Kapitel 4: "Always Already There, or Software as Memory", 138-173 (157)

Konstruktionskode der Maschine, oder, um es biologisch zu sagen, in ihrem genetischen Kode, niedergelegt."¹⁰³ Zwar operiert das Nervensystem "wie ein Rechner", doch ist das Gehirn nicht "ein Speicher für eine gigantische Tabelle"¹⁰⁴. Die Publikation von Foersters wählt einleitend zu diesem Aufsatz bezeichnenderweise das Bild der Platine einer gedruckten Schaltung - mithin ein operatives Diagramm

- "Genau das Mißverständnis dieser höheren mentalen Funktion <sc. des "Gedächtnisses"> als eines 'Systems der Datenspeicherung' blockiert unsere Einsicht."¹⁰⁵ Den Kern kognitiver Prozesse bilden "Rechenprozesse und nicht Signalübertragung und Signalspeicherung" <ebd.>. Nur so läßt sich die geringe Größe des Gehirns gegenüber seinen Leistungen begründen; für Speicherung ist dort kaum Ort. Von Foerster vergleicht diese neuronale, nicht-archivische Speicherung mit einer (in Hinsicht auf die Datenverarbeitung und die Handhabung) digitalen Handrechenmaschine, konkret: die Rechenmaschine CURTA der "Bureau- und Rechenmaschinenfabrik CONTINA" in Vaduz (Liechtenstein); Abb. des digitalen Handrechners CURTA in: v. Foerster 1985: 49; werden die Ergebnisse von Multiplikationen durch Kurbelungen in einem Sichtfenster angezeigt. "Dieses Gerät speichert klarerweise keine Daten, es rechnet mit Daten [...]. Will man in diesem Fall überhaupt von 'Speicherung' sprechen, dann kann sich dies nur auf die innere mechanische Struktur dieses Geräts beziehen, die sozusagen das Prinzip des numerischen Rechnens 'verkörpert'"¹⁰⁶ - ein *impliziter Speicher*

- eine solche Rechenmaschine kein "Archiv", sondern bringt aus der strukturellen Latenz Resultate hervor. Der Prozeßspeicher errechnet die jeweils akuten Werte, ohne daß alle Rechenergebnisse vorab in einer Tabelle ablesbar abgelegt werden. An die Stelle der Vorabspeicherung im Sinne einer Signal- oder Datenbank rückt die Echtzeit-Errechnung.

- Solange tabellarisch alle möglichen Rechenergebnisse in gedruckten Mathematikbüchern und monumentalen Logarithmentafeln aufgelistet wurden¹⁰⁷, unterlagen sie Druckfehlern; demgegenüber entwickelte Charles Babbage seine automatische *Difference Engine*. Ein solcher Rechenautomat verfügt über ein organisatorisches Gedächtnis (vertraut in der Systemtheorie als *organisational memory*), dessen Schema die Ergebnisse - gleich dem Gehirn - jedesmal strukturell neu hervorbringt, nahezu gleichursprünglich

103 Heinz von Foerster, Gedächtnis ohne Aufzeichnung [Vortrag 1963], in: ders. 1985: 133-xxx (134). Eine Abbildung der Handrechenmaschine findet sich in seinem Aufsatz: Bibliothekare und Technik - eine Mesalliance?, in: a. a. O., xxx-xxx (49)

104 Von Foerster 1985: 135

105 Heinz v. Foerster, Bibliothekare und Technik: eine Mesalliance?, in: ders., Sicht und Einsicht. Versuche zu einer operativen Erkenntnistheorie, Braunschweig / Wiesbaden (Vieweg) 1985, xxx-xxx (48)

106 Von Foerster 1985: 49

107 Etwa das Büchlein *Der Schnellrechner in der Tasche* mit Multiplikationstafeln zum Ablesen der Produkte aus den Zahlen 11 bis 50, Zella (Hofmann) o. J.

- sah erst Babbages Entwurf einer frei programmierbaren *Analytical Engine* einen Speicher vor, genauer: ein "Kurzzeitgedächtnis für temporäre Variablen, die bei der Berechnung gebraucht werden"¹⁰⁸. Zwischenspeicher und zeitkritische Operationen stehen im diskreten numerischen Computer im Verbund

Rekursionen in Mensch und Maschine: Speicherprogrammierbarkeit

- Im Unterschied zum emphatischen Begriff kultureller Archive eröffneten elektrotechnische Medien eine Mikrowelt kleinster Speicher, deren Kennzeichen es ist, daß sie zunehmend im zeitkritischen Bereich operieren - und damit das Differenz-Intervall zwischen Gegenwart und Vergangenheit schrumpft. Charakteristikum der von-Neumann-Architektur des Computers ist es, speicherprogrammierbar zu sein und damit bei laufendem Input an Daten sein Programm selbstständig modifizieren zu können. Der Arbeitsspeicher als erweiterter Bestandteil der Zentraleinheit eines Computers ist in seinen Elementen diskret adressierbar, daher für ein Programm beliebig zugänglich. "Zweck des Arbeitsspeichers ist es, Daten und Programme aufzunehmen, die gerade verarbeitet bzw. abgearbeitet werden"¹⁰⁹; im Unterschied dazu versteht auch die Informatik unter *Archiv* einen Trägern für die Aufbewahrung jener Daten, die *gerade nicht* vom Rechner benötigt werden - abseits der operativen Gegenwart

- Anders als für den Fall externer Programmspeicher erfolgt mit dem speicherprogrammierbaren Computer eine unmittelbare Kopplung und Verrechenbarkeit von Daten der Gegenwart und dem Befehlssatz zu ihrer Verarbeitung. In diesem Zeitfenster wird die Vergangenheit stets präsent gehalten wie aufgezeichnete Klang-, Photo- oder Videodaten auf einer Memory Card. Umgekehrt wird damit Gegenwart immer schon in Jetztvergangenheit überführt - aus der eine Zukunft als *futurum exactum* vorwegnehmend hochgerechnet wird. Edmund Husserls Beschreibung des inneren Zeitbewußtseins als einem beständigen Spiel von Re- und Protention wird mit der Einholung des Speichers in die Gegenwart zur technischen Praxis. Die instantane Aufzeichnung der Gegenwart hat keine Zeit zur sorgfältigen Archivierung, sondern wird sogleich dem Speicher anvertraut.

- lokalisiert Jacques Lacan den psychischen Wiederholungszwang in einer Art Speicher, wo Endlosschleifen zirkulieren: "Die Kette, die darauf insistiert, sich zu reproduzieren in der Übertragung [...] wohnt in einem Gedächtnis [mémoire] vergleichbar dem, das man ebenso nennt bei unseren modernen Denkapparaten (die auf einer elektronischen Realisierung der signifikanten Komposition basieren)"¹¹⁰

- konzipiert und formalisiert Lacan das unbewußte Subjekt auf der Matrix einer

108 Eintrag "Die Analytische Maschine", in:

<http://www.db.heise.de/tp/deutsch/inhalt/co/2235/2.html>; Abruf 12. April 2000

109 Hans Herbert Schulze, *Das RoRoRo Computer Lexikon*, Reinbek b. Hamburg (Rowohlt) 1987, 28

110 Lacan (1957) 1975: S. 44 / S. 278; zitiert hier nach Bitsch 2009 ???

digitalen Rechenmaschine: Das Subjekt ist „die Kette eines toten Begehrens, die [...] in einem Gedächtnis [wohnt], vergleichbar dem, das man ebenso nennt bei unseren modernen Denkapparaten (die auf einer elektronischen Realisierung der signifikanten Komposition basieren)“.¹¹¹ Das unbewusste Subjekt ist eine im Realen des Körpers implementierte Prozession von reinen Signifikanten oder einfach — denn ein Signifikant existiert für Lacan nicht für sich, nicht in singularisierbarer und einheitlicher Form, sondern nur zwischen-zweien - von diskreten Elementen

- Apriori des von Lacan beschriebenen Gedächtnisses ist der speicherprogrammierbare Computer in seiner von-Neumann-Architektur; die gespeicherten Daten können damit zugleich als Revision des aktuellen Befehlssatzes wirken. "Das Diachronische ist synchronisch operant."¹¹² Der Rechner vermag damit den Inhalt seines Speichers nicht nur hinsichtlich der dort gelagerten und zu verrechnenden Daten zu verändern, sondern auch hinsichtlich der Befehle, die ihren Operationsablauf steuern¹¹³

- ist eine nicht-historisierte Vergangenheit traumatisch - welche *per definitionem* der Effekt signalspeichernder Medien ist. Geschichte wird zur Vergangenheit erst, wenn sie in der Gegenwart historisiert worden ist. Das Nicht-Historisierte der kybernetischen Kernfrage nach beständiger Rückkopplung west in der Gegenwart an, konkret im Konzept der Speicherprogrammierung¹¹⁴, wie sie Charles Babbage einst für seine Analytical Engine schon gedacht, aber nie gebaut hat - ein wahrhaft rückkoppelbares, mithin kybernetisches Gedächtnis. Hier kommt die Dynamisierung des Speichers selbst zu Wort

Ausblick ins "soziale Netz": Archivierung der Gegenwart statt kollektives Gedächtnis

- "Social Web" unverzügliche Postproduktion der Gegenwart. Kaum daß sie technisch erfaßt wurde, wird die Gegenwart selbst quasi-archivischen Operationen unterworfen

- werden Speicher in ständig höherer Frequenz aktualisiert (das "dynamische"

¹¹¹ Jacques Lacan, Das Seminar II, Das Ich in der Theorie Freuds und in der Technik der Psychoanalyse (1954-1955), hrsg. v. Norbert Haas und Hans-Joachim Metzger, Weinheim-Berlin (Quadrigo-Verl.) 1991, 44

¹¹² Bitsch 2009: 425f

¹¹³ Siehe John von Neumann, Papers of John von Neumann on Computing and Computer Theory, Cambridge / London / Los Angeles 1987, 19

¹¹⁴ "Das Apriori dieses von dem kybernetikversierten Lacan beschriebenen Gedächtnisses ist <...> der integrierte Programmspeicher. <...> Die gespeicherten Daten wirken zugleich als Revision des aktuellen Befehlssatzes. Das Diachronische ist synchronisch operant." Bitsch 2009: 425f. "Die Maschine <...> kann den Inhalt ihres Speichers verändern, insbesondere auch die im Speicher gespeicherten Befehle einschließlich der Befehle, die ihren Operationsablauf steuern." John von Neumann, Papers of John von Neumann on Computing and Computer Theory, Cambridge / London / Los Angeles 1987, 19

Archive im kybernetischen Sinne einer Rückkopplung von Gegenwart und Gedächtnis), tritt an die Stelle der linearen, traditionellen "historischen" Zeit der nonlineare Zeitsprung: Pro- and Retentionen der Gegenwart

- schreibt sogenannte "anlaßlose" Vorratsdatenspeicherung in der bundesdeutschen Gesetzgebung (2016) vor, daß Verbindungsdaten aus der Telekommunikation verpflichtend vom Provider bis zu zehn Monate lang gespeichert werden müssen und nicht wie bisher für Abrechnungszwecke nur kurzfristig, um sie dann unverzüglich wieder zu löschen. Dies resultiert in einer Form von Zwischenarchivierung der Gegenwart, von Zeitverfügung in Intervallen.

- symptomatisch der Vorschlag der deutschen Justizministerin vom März 2012, alternativ zu der vom deutschen Bundesverfassungsgericht untersagten (von der Europäischen Union verlangten) systematischen Vorratsdatenspeicherung die in den entsprechenden Unternehmen anfallenden Telekommunikationsdaten in der Variante *quick freeze* vorzuhalten, um bei konkretem Verdacht darauf zugreifen zu können

- verliert mit der unmittelbaren Einbindung des Speichers in den Operationsraum der Gegenwart Vergangenheit ihren diskreten Zeitcharakter zugunsten eines "re-presencing"¹¹⁵. Der Speicher ist nicht mehr an den emphatischen Begriff von Vergangenheit gekoppelt, sondern vielmehr an die aus der Flugabwehr des Zweiten Weltkriegs (Norbert Wiener) wohlvertrauten grammatische Zeitform des *futurum exactum*. Datenextrapolation bedarf der mächtigen Zwischenspeicher einerseits, und mächtiger Echtzeitalgorithmen zu ihrer Prozessierung andererseits. Speicher und Prozeß konvergieren

- Indiz der gegenwärtigen Lage namens World Wide Web, "wenn alle Medien <...> als Übertragungsmedien und nicht als bloße Speichermedien definiert werden" = Kittler, Vorlesung *Optische Medien*

TECHNISCHE SPEICHER. Eingriffe in die kulturhistorisch vertraute Zeit

Zeitaufhebung im Symbolischen: das Archiv

- "Die *Meß*technik, die für die Informatik vorgeschlagen ist, erscheint auch für die Archivwissenschaft weiterführend, wobei die syntaktische Informationstheorie am weitesten entwickelt ist <...>. <...> versucht worden, die Speicherkapazität von Informationsträgern in Archiven traditioneller Art nebst den von verschiedenen Faktoren abhängigen verzögerten Zugriffszeiten (delayed time) hinsichtlich der Menge syntaktischer Informationen (*Shannonsche* Informationstheorie; Negentropie) zu schätzen."¹¹⁶

115 Siehe Vivian Sobchak, Afterword: Media Archaeology and Re-presencing the Past, in: Media Archaeology: Approaches, Applications, and Implications (Berkeley: University of California Press, 2011), 323-333

116 Botho Brachmann, Die heuristische Umsetzung von informationstheoretischen Kenntnissen im Archivwesen, in: Archivmitteilungen 3/1970, 86-89 (87)

- katechontischer Faktor "Archivsperr", Paßwörter für kodierte Technologien, physikalischer Kopierschutz, E-PROM
- "Bibliothek" nennt nicht die Büchersammlung, sondern das leere Regal, das "Gestell"; Speichermatrix
- Archive *transitiv* (archäographisch) schreiben, im Sinne von XML: "XML is human readable in the sense that its descriptive code consists of plain-text tags in angle brackets residing at the same level as the content they encode (i.e., in the same document)" = Alan Liu, *Local Transcendence*, 2008, chap. 8 "Transcendental Data", 213

Kinematographische Wiederauferstehung

- lassen sich Menschen auf der Ebene der Präsenzwahrnehmung täuschen; Medien dissimulieren den Mechanismus dieser Vergegenwärtigung
- "kinematographische" Geschichtsschreibung: plädiert Michel Foucaults *Archäologie des Wissens* ausdrücklich für eine Historie, welche die Zäsuren, nicht länger die scheinbaren Kontinuitäten ins Auge nimmt, die nur dazu dienen, die Fiktion des Subjekts zu stabilisieren. "Der Diskurs wird dem Gesetz des Werdens entrissen und etabliert sich in einer diskontinuierlichen Zeitlosigkeit: mehrere Ewigkeiten, die aufeinander folgen, ein Spiel fixierter Bilder, die sich nacheinander verdunkeln - das ergibt weder eine Bewegung noch eine Zeit oder eine Geschichte", zitiert Kittler, und unverzüglich zu kommentieren: "Als würden zeitgenössische Theorien wie die Diskursanalyse vom technologischen Apriori ihrer Medien bestimmt" <1986: 180>. Foucault setzt zwar nicht ausdrücklich Historiographie und Kinematographie gleich, doch epistemologisch ist ein solches Denken nur vor dem Hintergrund einer filmtechnischen Medienkultur denk- und schreibbar. Film selbst entwickelt mit der Montage sehr rasch eine non-lineare Technik (Griffith, Eisenstein), die als Zeitachsenmanipulation das narrative Modell der Historie selbst unterläuft. "Wenn der Film namens Geschichte sich rückspult, wird er zur Endlosschleife", schreibt Friedrich Kittler einleitend in *Grammophon - Film - Typewriter* <1986: 12>
- Leserbrief zur Unanständigkeit von bereits toten Schauspielern in filmischer Lebendigkeit aus dem STERN von 1939; "kinematographische Wiederauferstehung"; Grundlagentext von Boleslas Matuszewski gelesen hatten, der 1898, unmittelbar nach der Premiere des "neuen Medium" Film, denselben als eine neue Form von Geschichtsquelle entdeckt und proklamierte; <http://www.maxschoenherr.de/clock/?p=2043> = Leserbrief in der Filmzeitschrift *Der Stern* vom Herbst 1939: "B. G., Leser. 'Längst verstorbene Schauspieler treten häufig noch in Filmen auf. Es ist doch wohl kein schönes Andenken an sie, wenn man gewissermaßen ihre sterbliche Hülle immer noch agieren sieht. Wie denkt der 'Stern' darüber?'"
- Fourier Transformation = "analytic" operation performed by the human "computer" when translating a recorded voice event into a mathematical regime. Fast Fourier Transformation is the algorithmic implementation of such

operations in high frequency digital computing, thus making real time analysis of speech calculable in ways which only computing can do

- Bewegung, einmal aufgezeichnet (gespeichert), erlaubt neue Formen ihrer Zeitmanipulation: *slow motion* u. a.; andererseits wird der Film selbst zum Objekt eines Speichers: Filmarchive

Stimmen aus der Vergangenheit (phonographische und magnetophone Lautarchive)

- heißen Stimmträger im Lautarchiv der HU "Autophone" (analog zu: Autograph im Schriftwesen); verbunden ist damit das Siegel der Authentizität. Tatsächlich aber wurden die meisten Stimmaufnahmen erst nach dem eigentlichen Ereignis aufgenommen (weil ohne Verstärker die Aufnahmebedingungen kein live-Recording erlaubten), etwa die Rede Kaiser Wilhelms II.

- Sonderfall der Selbstschnittfolien in den 1930er und 1940er Jahren, zur Aufnahme und *unmittelbaren* Wiedergabe gedacht (vgl. Oxymoron der TV-Sendung "live on tape"): "Sie wurden vor der Verfügbarkeit der Magnetaufzeichnung vornehmlich in Rundfunkanstalten zur Aufnahme von Ereignissen verwendet, die mit zeitlichem Versatz gesendet werden sollten" <Schüller 1994: 29>. Deren Funktion erschöpft sich also - gleich der abwaschbaren Emulsion auf Zelluloid im Zwischenfilmverfahren frühen Fernsehens - vollständig in der Zwischenspeicherung; an die Stelle emphatischer Speicherung rückt hier die Übertragungsfunktion <siehe W. E., Das Geetz des Gedächtnisses, 2007>. Insofern ist es ein kulturwissenschaftliches Mißverständnis, in ihnen Gedächtnismedien zu sehen, und dem entspricht auch die Materie: die dafür häufig verwendeten Azetatplatten zerfallen heute in ihrer spröden Lackschicht. Der Kehrwert dazu ist ihr Informationsgehalt: "Dieser Verlust ist insofern zumeist unersetzlich, weil es sich bei diesen Platten praktisch stets um Originale handelt" <ebd.>, also gerade *nicht* um die Zeitweise von Kunstwerken technischer Reproduzierbarkeit.

- sPhilip Scheffner, *The Halfmoon Files* als Film¹¹⁷ und als Ausstellung im Künstlerhaus Bethanien, Berlin-Kreuzberg (Dezember 2007-Januar 2008)

- cassettenbasierter "Anrufbeantworter"

- Beckett's *Krapp*: Uraufführung in London 1958. Krapp hört an seinem 69. Geburtstag die Tonband-Tagebuchaufnahme des 39jährigen, also: 1928, der darin wiederum eine noch frühere Aufnahme des 19jährigen kommentiert = 1909

- halten Speicher Zeit auf, katechontisch (die "Unwahrscheinlichkeit der Kommunikation" gemäß Shannon / Luhmann, hier ins Zeitliche gewendet, negentropisch mit Flusser). Das genau ist Krapp's Intention

- Krapp im Stück ist Schriftsteller. Mit seiner Tonbandstimme (im Unterschied

117 D 2007, uraufgeführt auf der 57. Berlinale 2007 im "Internationalen Forum des jungen Films"

zum Tagebuch) geschieht die Aufhebung der schriftlichen "Charaktere" (buchstäblich!) im phonographischen Realen (Signalwelten)

- Krapps genüßliches Wort "Spuuule": Erinnerungsschleife korreliert hier mit dem technischen Artefakt (Tonbandspule). Bandgedächtnis erlaubt Vor- und Zurückspulen, zeitreversibel (widernatürlich). Das Medium in seiner technischen Formation wird hier zur (Zeit-)Botschaft. Becketts Einakter würde mit einem Mp3-Player so nicht mehr funktionieren: non-lineares Springen zu Stellen im digitalen Raum ungleich Schleifen-Struktur des Tonbandes

- Becketts *Krapp's Last Tape* zunächst als Hörspiel geplant; radiobasiert würde in der Übertragung die Differenz zwischen aufgezeichneter und "live" gesprochener Stimme verschwinden, da die elektromagnetische Transduktion der radiophonen Übertragung diese Differenz aufhebt und für menschliche Wahrnehmung ununterscheidbar macht

Zeit der elektronischen Signale: Radio-, Fernseh- und Videoarchive

- ähnlichkeitsbasierte, algorithmisierte Navigation in digitalisierten AV-Archiven: "The computer is no good at spotting associations between seemingly unrelated pieces of information and deriving generalizations" <Davies et al. 1990: 61>. Von daher werden Alternativen in der digitalen Simulation neuronaler Netze gesucht: „Should we try to develop `fuzzy´ computer-sorting that will begin to make useful comparisons of similar but not identical images on the basis of new protocols?“ <ebd., 64 f. "Fuzzy" computer-sorting will begin to make useful comparisons of similar (but not identical) images on the basis of new protocols. Or should we rather "work harder on the alphanumeric labelling and keywording of pictures <...> aided by re-born analogue machines"¹¹⁸? Shall we aim at closing the "semantic gap" between the anarchivic element within humans and computing? Shall we train computers to behave counter-logically?

- Differenz zwischen Primat des Recyclings in der um ein Arbeitsgedächtnis erweiterten Gegenwart (Prinzip und Name von: "Produktionsarchiven" in Rundfunkanstalten, und gedächtnisökonomischer Begriff des "Programmvermögens") und Primat der kulturellen Überlieferung.

- im Radiofeld Podcasts als zeitversetzte und (zeit-)mobile Abrufbarkeit; derzeit gesetzlich auf 7 Tage beschränkt. Ein ergänzender Service (so empfohlen im rbb-Inforadio am 22. Juni 2013) ist die Möglichkeit des Wiederabrufs der vergangenen 18 Minuten aus dem aktuellen Programm. Damit geht die Gegenwart der Nachrichtenaktualität (für die einmal auch im signalübertragenden Sinne "live" stand) über in eine gepufferte ("cache") Gegenwart

- "ZDF Mediathek" (als Programmspeicher für ein jeweiliges Wochenprogramm). "Nur gucken - nicht speichern? Von wegen: Mediatheken sind mit der richtigen Software kinderleicht zu knacken. Von ARD und ZDF über Sat.1 und Pro7 bis hin

¹¹⁸Duncan Davies, Diana Bathurst u. Robin Bathurst, *The Telling Image. The Changing Balance between Pictures and Words in a Technological Age*, Oxford (Clandendon) 1990, 64f

zu MTV und Viva: Wir zeigen Ihnen, wie der Mediathek Download im Handumdrehen klappt. Und die passenden Programme zum Mediathek-Knacken gibt's als kostenlosen Download dazu" = http://www.chip.de/artikel/Mediathek-Download-ARD-ZDF-Sat.1-Pro7-BR-ORF-MTV-Co._47670328.html. "In den meisten Mediatheken können Sie fast alle Sendungen zumindest für eine Woche kostenlos anschauen. Ein Download der Sendungen aus der Mediathek ist hingegen nicht vorgesehen"

Definition analogtechnischer Speicher

- Speicherarchitektur, digital: „What is *memory*? A thousand of switches“ (Alexander Nitussov); Speicherarchitektur in der von-Neumann-Maschine scheint sich, kulturell vielleicht unbewußt, nach wie vor am Modell von Archiven, Bibliotheken und Museen (für „Objekte“) zu orientieren. *Arrays* sind endliche Behälter von gespeicherten Elementen. Sie existieren logisch; physisch ist die darunter liegende Ebene, die Abfolge der *bytes* an festen Speicherplätzen. Für sie gilt, was auch auf der Ebene der Programmierung gültig ist: Variablen werden definiert, die damit unabhängig vom wechselnden Inhalt sind. Im Arbeitsspeicher sind Daten wie Programme abgelegt, gleichrangig. Der Hauptspeicher RAM besteht aus einer zusammenhängenden Folge von Speicherstellen einer festen Größe (ca. ein *byte*). Jede dieser Speicherzellen verfügt über eine Adresse; ist diese Trennung aufhebbar, zugunsten eines sich selbst als Adresse gebenden Speicherinhalts, so wie die Signaturen in Provenienz-Archiven genau die Aktenzeichen der sie generierenden Behörden spiegeln, also zwischen Akte und Aktualisierung des Archivs keine logische Differenz mehr besteht? <Trennung von Daten- und Adreßspeichern> Die Alternative zur Trennung von Rechnerstruktur und zu bearbeitenden Problemen wäre, die Vorgänge fest zu verdrahten, also quasi die Katalogzettel und -signaturen mit den Büchern selbst - Tradition der Verkettung, buchstäblich

Digitale Mikroarchive

- Rückkehr von Archiv-Logistik in der CPU des Computer; Marshall McLuhans ehernes Gesetz von Medienumbrüchen: ein neues Medium bildet (als sogenannten "Inhalt") zunächst das oder die alten, vorherigen Medien ab. Ähnlich verhält sich die kulturelle Semantik; sie hinkt den neuen technologischen Gegebenheiten zumeist hinterher (ein klassischer *lag*, eine Ausbremsung). Aufgabe einer kritischen Medienwissenschaft ist es, die Kultur von überalteten Begriffen zu befreien und auf den Stand zu bringen, auf dem die Technologien (auch alltagspraktisch) längst schon sind. In diesem Sinne ist auch die zunehmende Metaphorizität des Archivbegriffs zu deuten, wenn es um die Beschreibung einer Welt aus technomathematischen Speichern geht. Rudolf Busch wählt in seinem Buch *Basic für Einsteiger. Der leichte Weg zum selbständigen Programmieren* (Franzis-Verlag München, 1984) die Einrichtung des Lagers in einem Schuhgeschäft, um im Kapitel 35 ("Lagertechnik") die Speicherverwaltung eines Digitalcomputers einzuleiten. Die Methode ist eine ausdrücklich metaphorische, von der imaginären ("Geschichte") und symbolischen (lineare Schrift) Kulturzeittechnik der Erzählung hin zum Zähler (Digitalcomputer): "Aus dem oben Erzählten ziehen wir die wichtigsten Begriffe

heraus und versuchen, sie in einen Bezug zum Computer zu bringen" = 149; der Einrichtung eines Lagers entspricht hier der Begriff der Variablen; ihre Adressierung heißt Indizierung. Konkret: "LAGER ... das war ein weiterer Begriff. Das setzen Sie gleich mit dem SPEICHER Ihres Computers" <35>. Eine andere Einführung in die Praxis des Digitalcomputers führt Kapitel 1.10 ("Speicher") alternativ zum Begriff des Lagers (oder der Bibliothek oder gar des Museums) durch einen generalisierten Begriff des Archivs ein: "Herzstück einer Behörde ist das Archiv mit seinen Aktenordnern. <...> Ähnlich ist es beim Computer."¹¹⁹ Plausibel ist die Strukturanalogie von Behörde und Computer in Bezug auf deren wesentlichem Zug, der dynamischen Verwaltung ("Prozessierung" im Reich der Datenverwaltung). Allerdings entspricht der laufenden Aktenablage in Behörden vielmehr der Fachterminus des Registers; als Arbeitsspeicher heißt er Altregistratur. Erst die Absonderung in einen von der unmittelbaren, aktuellen, gegenwärtig durch Pro- und Retention definierten Verwaltung macht aus abgelegten Akten Archivalien. Nur bedingt gilt also für Speicherzellen im Arbeitsspeicher der CPU: "Sie entsprechen den Aktenordnern im Archiv" <ebd., 10>. Die strukturelle Verwandtschaft liegt in der Logistik der Unikate (im Unterschied zum Buchdruck und seiner Vervielfältigung); jeder Speicherplatz hat eine eindeutige Nummer "wie in der Behörde der Aktenordner ein ganz bestimmtes Aktenzeichen. Diese Nummer heißt *Adresse*" <ebd., 10>. Bemerkenswert am brutalen POKE-Befehl in frühen Heimcomputern (wie der Commodore C64 oder der Sinclair ZX80) ist die Möglichkeit, Werte gezielt in Speicheradressen schreiben zu können und damit "sofort Ergebnisse"¹²⁰ zu erhalten. Im Unterschied zum institutionellen Archiv aber schweigt dieses nicht, sondern vermag das Ergebnis durch entsprechende D/A-Wandlung und anschließendes Interface akustisch kundzutun

- praktiziert Speicherprogrammierung einen kybernetischen statt archivischen Gedächtnisbegriff. O-Ton von Neumann: "Die Maschine kann, durch Befehle gesteuert, dem Speicher Zahlen (oder Befehle) entnehmen, sie (wie Zahlen!) verarbeiten und in gleiche oder andere Speicherzellen an den Speicher zurückgeben, d. h. sie kann den Inhalt ihres Speichers verändern, insbesondere auch die im Speicher gespeicherten Befehle einschließlich der Befehle, die ihren Operationsablauf steuern."¹²¹ "Das Diachronische ist synchronisch operant" = Bitsch 2009: 425 f.

- "Revision", insofern die gespeicherten Daten erst durch Prozessor-Ansprache zu Bewußtsein gebracht werden. Tatsächlich aber sind die Mikrobefehle fest (oder als FPGA) verdrahtet und können nicht *während* des Rechenprozesses verändert werden - also nicht "on the fly" bzw. dynamisch-rekursiv. Denn die Turing-Maschine muß deterministisch bleiben. statt "Revision" besser: bedingter Sprung; im Sinne von turing-Anweisung: wenn dieses Datum gelesen, springe zu ...

119 kosmos Computer-Praxis. Das universelle Mikroprozessor-System, Stuttgart (Franckh'sche Verlagshandlung) 2. Aufl. 1984, 9

120 William B. Sanders, Einführungskurs Commodore 64. Eine praxisnahe Anleitung für die Bedienung, Haar b. München(Markt-und-Technik-Verlag) 1984, 155

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

- Zur Flüchtigkeit von Bits im Speicher vgl. Begriff der "Retention" aus Husserls *Phänomenologie des inneren Zeitbewußtseins* (1927): <copy MEDZEIT-AFFEKT-IRRITAT> "Data Retention" in fact is most precisely known from static data storage within the computer: "If the elementary cell is not disturbed, a lower voltage (2 volts) is acceptable to ensure that the cell will correctly keep the data. In that case, the SRAM is set to a retention mode when the power supply is lowered, and the part is not longer accessible."¹²²

- Zwischen(-)Speichern und Übertragen: Digitale Computer vollziehen formal nichts anderes als algorithmengeleitet Zeichenketten zu speichern und zu transformieren: Norbert Bolz, *Eine kurze Geschichte des Scheins*, München (Fink) 1991, 124 ff.

Zeitfeil und Zeitaufhebung: Entropie und ihre symbolische Negation

- hat Vilém Flusser unter Berufung auf den Zweiten Hauptsatz dessen Antinomie, nämlich die Negentropie, als die Grundoperation von Kultur definiert: mit hohem Energieaufwand Ordnungszustände gegen die natürliche Tendenz aller Dinge zur Unordnung aufrechtzuerhalten. Die Bücher in den Regalen jeder medienwissenschaftlichen Seminarbibliothek, in die Flussers Werke Eingang fanden, machen das Subjekt (den Autor) dieser medienkulturellen These selbst zum Objekt und Testfall derselben; jedes versehentlich verstellte, falsch zurückgestellte Buch und die Gegenkontrollen der Bibliothekare sind Mitspieler in diesem Kampf zwischen Entropie und Negentropie; Begriff Kontrolle abgeleitet aus frz. *contre-rolé*, d. h. Sicherheits-Doppel des Registers

- bezweifelt Flusser die - von Lotman nahegelegte - Unterscheidung zwischen Heredität und Paideia, zwischen der Übertragung ererbter und erworbener Informationen; vielmehr geht er von deren Verknüpfung aus, da die genetische Information das Gedächtnis nicht nur vorprogrammiert, bevor es von der kulturellen weiterprogrammiert wird, sondern überhaupt erst die Struktur des Gedächtnisses aufbaut - ganz im Sinne des Konstruktivismus in der Neurologie: "Die genetische Information verhält sich zur kulturellen nicht nur, wie sich zwei übereinandergelagerte Programme in einem Computer zueinander verhalten, sondern auch, wie sich die Hardware des Computers zu der Methode verhält, nach der er programmiert wird."¹²³ Diskussionen um den menschlichen Spracherwerb scheinen dies zu bestätigen. „Die Geschichte von Genen und Sprachen verläuft im Wesentlichen parallel“, meint der Populationsgenetiker Cavalli-Sforza, und der kalifornische Sprachforscher Joseph Greenberg sucht mit seiner Kollegin Merritt Ruhlen evolutionsarchäologisch der Protosprache auf die Spur zu kommen, wie sie vor 60- bis 100000 Jahren gesprochen wurde. Das eine Wort, das bereits entdeckt wurde, ist ausgerechnet digital: „*Tik* bedeutet *eins*, wurde im Protoindoeuropäischen zu *deik* (zeigen) und dann zum lateinischen Finger: *digitus*.“¹²⁴ Genetische und kulturelle Entwicklung verlaufen

122 Memory 1997, chap. 8 (SRAM Technology), 8-4 = Smithsonian - The Chip Collection (<http://smithonianchips.si.edu>, accessed May 2014), (Document of the Integrated Circuit Engineering Corporation)

123 Vilém Flusser, *Kommunikologie*, Frankfurt/M. (Fischer) 1998, 309

124 Ulrich Bahnsen / Urs Willmann, *Wie Gene die Lippen spitzen*, in: *Die Zeit* Nr.

dabei funktional asymmetrisch und lassen sich kybernetisch beschreiben: "Im Erbgut sind die Baupläne für Stimmbänder, für den tief gelegten Kehlkopf und ein filigranes Mundwerk angelegt. Aber erst die Kultur bringt uns bei, die körpereigene Instrumente zu orchestrieren. „Sprache ist eine kulturelle Errungenschaft“, sagt Cavalli-Sforza, aber sie beruhe „auf einer präzisen anatomischen und neurologischen Grundlage“. Der Fund von FoxP2 <ein „Sprachgen“> ist ein Beleg dafür, dass sich Kultur nicht von der Biologie trennen lässt: Sie macht sich in einer Art Rückkoppelung im Erbgut des Menschen bemerkbar. <Flusser ebd.>"

- *Data trash*, positiv formuliert, der künftige Grund für anarchologische Ausgrabungen des Wissens.¹²⁵ Anstatt in digitalen Begriffen gilt es das Archiv entropisch zu denken, also ein Höchstmaß an Unordnung zu erlauben, im Dienst maximaler potentieller Information. In einer Vorlesung unter dem Titel "The Storm-Cloud of the Ninetenth Century" reagierte Ruskin 1884 darauf, daß das museale Konzept der klassifikatorischen durch eine Theorie des Archivs *in Bewegung*, eine Art Fließgleichgewicht, ersetzt werden muß: "Instead of the order of things attributed to nature within the Victorian museum <...>, Ruskin finds in the weather a thermodynamic phenomenon which brings forces into play that radically alter ordinary mechanistic representation of nature", genauer: "*order by fluctuation*, a form of order understood as process rather than state." So daß Entropie nicht die Negation von Ordnung ist, sondern vielmehr ihre andere Möglichkeit, "an organizing principle of disorder that only made sense when observed from on high" <Richards 1993: 86f>.

- um den Laplaceschen Dämon (1766) rechentechnisch zu realisieren, müßte der Speicher so groß wie die Welt selbst sein; Babbage, "Ninth Bridgewater Treatise"; Theorie des "computational universe" antwortet darauf mit der Hypothese, daß die Welt selbst ein Rechner ist; Heinz von Foerster, Rede an die Bibliothekare dt./eng.: Curta-Rechenmaschine speichert nicht tabellarisch alle möglichen Ergebnisse - wie zuvor in gedruckten Mathematikbüchern aufgelistet -, sondern verfügt über ein organisatorisches Gedächtnis, das die Ergebnisse - gleich dem Gehirn - jedesmal strukturell neu hervorbringt, nahezu "gleichursprünglich"

- "Da man sinnvollerweise nur das Eintreten künftiger Ereignisse mit Wahrscheinlichkeiten charakterisieren kann (vergangene Ereignisse liegen ja fest!), ist auch die Informationsentropie nicht ein Maß für eine vorhandene (aktuelle), sondern für eine künftige Information. Sie ist ein Maß dessen, was man [...] nach Ausführen eines Experiments [...] erfahren kann; sie ist ein Maß für eine beseitigbare Ungewissheit, sie ist *potentielle Information* H_p , nicht aktuelle Information H_a (C. F. v. Weizsäcker)" = Peter C. Hägele, Was hat Entropie mit Information zu tun?, http://www.uni-ulm.de/~phaegele/Vorlesung/Grundlagen_II/_information.pdf (Zugriff März 2013); Vergangenheit das in den Speicherzustand überführte, wohingegen die bestehende Ungewißheit die Aufrechterhaltung eines anarchischen Zustands bedeutet

51 v. 13. Dezember 2001, 35f (36)

125 Siehe folgende Links zum Thema *recycling*: die Redundant Technology Initiative (<http://www.lowtech.org>) und Mark Napiers www.potatoland.org

Flüchtige Speicher

- "Zaubertafel" (Freuds "Wunderblock"); unter dem Namen "Edge a Sketch" automatisiert: http://de.wikipedia.org/wiki/Etch_A_Sketch. Hier wird nicht mit einem Stift geschrieben, sondern wie beim X/Y-Schreiber bzw. Plotter über Drehregler. Das Gerät gibt es sowohl elektronisch als auch mechanisch ("analog GUI"). Stefan Höltgen, 20. März 2013: "Tatsächlich ist auch schon jemand auf die Idee gekommen, ein mechanisches "Etch a Sketch" als Plotter umzufunktionieren":

http://people.ece.cornell.edu/land/courses/ece4760/FinalProjects/s2009/kk383_sl486/kk383_sl486/index.html

- RAM als Direktzugriffsspeicher / Arbeitsspeicher, bei dem jede Speicheradresse inhaltlich veränderbar ist, mit dem Erlöschen des Computers auch gelöscht ist

- gehört zum Wesen des "Digitalen" (präziser: binärer Rechenwelten) wesentlich schon das (Zwischen-)Gedächtnis, das Register auf der internen CPU
- die Pufferung. Ein Puffer in der CPU des Computers ist "in der Regel ein Zwischenspeicher für Daten, oft auch synonym mit Register verwendet. Er besteht aus mehreren Speicherzellen bzw. Flipflop <...>, die zwischenzeitlich die Daten auffangen, um sie dann auf längere Zeit oder zu einem bestimmten Zeitpunkt wieder zur Verfügung zu stellen"¹²⁶

- müssen bereits beim Hochladen eines Computers aus den ROM-Bausteinen das jeweilige Betriebssystem, Bildschirmspeicherverwaltung, und die aktuellen Programme in den RAM geladen werden; Kopieren ist also schon in der Grundfunktion der von-Neumann-Architektur angelegt

- Wesen binärer Datenverarbeitung ist die (Zwischen-)Speicherung; dies liegt im Wesen des algorithmischen Rechnens (Schreiben / löschen / Überschreiben, TM) begründet

Das Unterlaufen der Kanalzeit durch mathematische Intelligenz (digitale Bildkomprimierung, "Echtzeit")

- herrscht seit mathematischer Nachrichtentheorie des 20. Jahrhunderts nicht mehr das postalische Primat der Übertragung im zeiträumlichen Kanal; was buchstäblich *entscheidend* (0/1) ebenso buchstäblich *zählt*, ist die Kodierung. Ist damit Zeit in Medien kassiert? Bernhard Vieß sieht den Ersatz von Übertragung (Raum, Zeit) in den Neuen Medien durch "Vervielfältigung", die digitale (verlustfreie) Kopie¹²⁷

- beschreibt Siegart 1993 diese "Verschiebung der Machtproblematik von der

¹²⁶ Horst Völz, Kleines Lexikon der Speichertechnik, 2., stark bearbeitete Aufl. Berlin (Verlag Technik) 1990, 48, Eintrag "Puffer"

¹²⁷ Siehe auch Vießs Thesen zur aktuellen Konvergenz von Geld und *bit*, in: Florian Rötzer (Hg.), Digitaler Schein. Ästhetik der elektronischen Medien, Frankfurt/M. (Suhrkamp) 1991, xxx-xxx

Ebene der Übertragung auf die übergeordnete Ebene der Verarbeitung" im Bereich digitaler Nachrichtentechnik <285>. Tatsächlich also handelt es sich nicht um eine Akzentverschiebung, sondern eine Verschränkung von (Zwischen-)Speichern und Übertragen

- Monopol der Post zerschellt an jener 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"¹²⁸, welche die elektrophysikalisch bedingte Signallaufzeit durch intelligente Kodierung, mithin mathematischer Intelligenz zu unterlaufen vermag¹²⁹

- Nachrichtenübertragungsmonopol der Post zerfiel 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 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" <Siegert 2003: 285>

Algorithmische Formen der (Re-)Aktivierung von Speichern

- vermag Computer wirklich zu prozessieren - im Unterschied zum bisherigen Dualismus von Speicher- und Übertragungsmedien

- bedürfen Sortieralgorithmen der vorherigen Speicherung ihrer Datenobjekte: wie die Suchmaschine Google vorab Webseiten auf ihren Serverfarmen archivieren muß, um sie effektiv indizieren und damit zeitkritisch nahezu unmittelbar abrufbar machen zu können

- EuGH-Urteil vom 13. Mai 2014 zum "Recht auf Vergessen-Werden": "Wer speichern kann, der kann auch löschen" = Motto EU-Kommissarin Vivian Reding (artikulierte im Deutschlandradio 13. Mai 2014). Fall: Namensaufruf eines Spaniers in Google-Suchmaschine; nennt an erster Stelle jahrelang zurückliegende Zwangsversteigerung seines Hauses

- von semiotischer Analyse zu "cultural analytics"

- Konzept des "aktiven Archivs". Constants Projekt: Erkki Kurenniemi (IN 2048);

¹²⁸ Bernhard Siegert, Relais. Geschichte der Literatur als Epoche der Post, Berlin (Brinkmann & Bose) 1993, 285

¹²⁹ Dazu Roland Wenzelhuemer, "Less Than No Time". Zum Verhältnis von Telegrafie und Zeit, in: Geschichte und Gesellschaft 37 (2011), 592-613

bes. Erschließung der Audio-Cassetten; assoziative Sortierung

- weniger Fokus auf Institution der AV-Nationalarchive; vielmehr medienarchäologische Konzentration auf die technischen Bedingungen und neue Optionen der Navigation im genuine Signal- und Datenraum